



Aalto-yliopisto  
Insinöörیتieteiden  
korkeakoulu

Ossi Berg

## **Joukkoliikennekaistojen teknisen valvonnan kehittäminen Helsingin seudulla**

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi  
diplomi-insinöörin tutkintoa varten

Espoossa 2. tammikuuta 2015

Valvoja: Professori Tapio Luttinen

Ohjaaja: Diplomi-insinööri Ville Uusi-Rauva

---

**Tekijä** Ossi Berg

---

**Työn nimi** Joukkoliikennekaistojen teknisen valvonnan kehittäminen Helsingin seudulla

---

**Koulutusohjelma** Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka

---

**Pääaine** Liikenne- ja tietekniikan pääaine

---

**Professuurikoodi** Yhd-71

---

**Työn valvoja** Prof. Tapio Luttinen

---

**Työn ohjaaja** DI Ville Uusi-Rauva

---

**Päivämäärä** 2.1.2015

---

**Sivumäärä** 90+5

---

**Kieli** suomi

---

### Tiivistelmä

Joukkoliikennekaistojen luvaton käyttö on eräs merkittävimmistä joukkoliikenteen luotettavuutta ja nopeutta laskevista seikoista. Nopeus ja luotettavuus vaikuttavat suuresti joukkoliikenteen kilpailukykyyn ja kustannustasoon.

Työssä tutkittiin mahdollisuuksia kehittää Helsingin seudun joukkoliikennekaistojen valvontaa. Tutkimus toteutettiin yhdistelemällä eri menetelmiä. Työssä on kirjallisuustutkimusosa, jossa esitellään joukkoliikennekaistoihin, kameravalvontaan, infrastruktuurisuunnitteluun ja lainsäädäntöön liittyviä perustietoja. Lisäksi työhön haastateltiin eri organisaatioiden asiantuntijoita pääosin Suomessa.

Asiantuntijahaastatteluiden kautta esille nousi kymmeniä kohteita, joissa joukkoliikennekaistojen väärinkäyttö on erityisen merkittävää. Kohteista poimittiin mahdollisimman erityyppisiä kohteita edustava otos, joihin tehtiin maastokäynnit. Maastokäynneillä seurattiin kaistojen väärinkäytön määrää sekä joukkoliikenteelle aiheutunutta haittaa. Näistä esimerkkikohteista laadittiin yhteiskuntataloudellinen arviointi.

Työssä löydettiin muutamia esteitä, joiden takia joukkoliikennekaistojen kameravalvonta ei ole saanut jalansijaa seudulla. Merkittävimmät haasteet ovat lainsäädännöllisiä. Suomen lainsäädäntö rikospainotteisuudessaan vähentää joukkoliikennekaistavalvonnasta hyötyvien tahojen motivaatiota kehittää valvontainfrastruktuuria.

---

**Avainsanat** Joukkoliikennekaistat, kameravalvonta, liikenneinfrastruktuuri

---



---

**Author** Ossi Berg

---

**Title of thesis** Development of bus and tram lane enforcement in Helsinki region

---

**Degree programme** Transportation and Environmental Engineering

---

**Major** Transportation and Highway Engineering

---

**Code of professorship** Yhd-71

---

**Thesis supervisor** Prof. Tapio Luttinen

---

**Thesis advisor** M.Sc. Ville Uusi-Rauva

---

**Date** 2.1.2015

---

**Number of pages** 90+5

---

**Language** Finnish

---

### **Abstract**

The misuse of tram and bus lanes is one of the most significant occurrences causing deterioration of speed and reliability of public transport. Speed and reliability have a great effect on competitiveness and cost efficiency of public transportation.

Development of enforcement of bus and tram lanes of Helsinki region was studied in this thesis. This study was conducted by combining various methods. This study contains a literature review which includes knowledge about bus and tram lanes, lane enforcement, infrastructure planning and legislation. In addition, professionals of various organisations were interviewed in this study. Most professionals interviewed in this research were from Finnish organisations.

Professionals brought up various targets where massive bus and tram lane misuse is present. Selected targets were visited. Selection aimed to pick up so varied targets as possible. By these visits one could examine the amount of misuse of the dedicated lanes and the harm realised in public transportation. Of these selected targets we could deduce a socio-economic evaluation.

This thesis met a few barriers which have caused lane enforcement not to gain a foothold in this region. The most notable barriers are in the legislation. The Finnish legislation in its crime-oriented basis reduces the motivation of the benefitting organisations to develop lane enforcement infrastructure.

---

**Keywords** Bus and tram lanes, camera enforcement, transport infrastructure

---

# Alkusanat

Tämä työ on tehty Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymän (HSL) joukkoliikenteen toimintaedellytykset -ryhmän toimeksiannosta. Työn ohjaajana HSL:ssä on toiminut ryhmäpäällikkö Ville Uusi-Rauva. Aalto-yliopistossa työtä on valvonut professori Tapio Luttinen.

Erityisesti haluaisin kiittää niitä alan asiantuntijoita, jotka ovat johdattaneet minua eteenpäin työni tekemisessä sekä esittäneet parannusehdotuksia. Oli mukava huomata, kuinka avuliaita ja alastaan innostuneita asiantuntijoita liikennealalla on.

Lisäksi haluaisin kiittää työn valvojaa Tapio Luttista, ohjaaja Ville Uusi-Rauvaa sekä ystäviäni, jotka ovat antaneet arvokasta palautetta työn edetessä.

Espoo 30.12.2014

Ossi Berg



# Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	8
2. Joukkoliikennekaistat.....	10
2.1 Perusteita.....	10
2.2 Joukkoliikenteen infrastruktuuriratkaisujen luokittelu.....	12
2.3 Yhdistäminen muihin joukkoliikenne-etuuksiin.....	12
2.4 Luotettavuuden ja nopeuden merkitys.....	13
2.4.1 Määritelmiä luotettavuudelle.....	13
2.4.2 Vaikutus houkuttelevuuteen.....	14
2.4.3 Epäluotettavuuden ja hitauden tuomia ongelmia.....	15
2.5 Vaikutukset muulle liikenteelle.....	15
2.5.1 Tilantarve.....	15
2.5.2 Välityskyky.....	16
2.5.3 Muiden ajoneuvojen salliminen joukkoliikennekaistalla.....	17
2.6 Lainsäädäntö.....	18
2.6.1 Väärinkäyttö.....	18
2.6.2 Linja-autokaista.....	18
2.6.3 Raitiovaunukaista.....	19
2.6.4 Muut joukkoliikenteeseen vaikuttavat merkit.....	19
2.6.5 Muiden ajoneuvojen käyttöoikeus joukkoliikennekaistalla.....	20
2.7 Ongelmakohdat.....	20
3. Tekninen valvonta.....	22
3.1 Liikenteen tekninen valvonta.....	22
3.2 Automaattinen kameravalvonta.....	24
3.2.1 Perusteet.....	24
3.2.2 Rekisterikilpien automaattinen tunnistaminen.....	25
3.2.3 Kameralaitteisto.....	26
3.2.4 Kuvausalueen valaistus.....	27
3.2.5 Rekisterikilpitunnistuksen haasteet.....	27
3.3 Tietoinfrastruktuuri.....	29
3.4 Vaikutukset.....	29
3.5 Lainsäädäntö.....	30
3.5.1 Säädökset.....	30
3.5.2 Sanktiointi.....	31
3.5.3 Haltijavastuu.....	32
3.6 Toteuttamismallit.....	32
3.7 Vaihtoehdot kameravalvonnalle.....	34
4. Helsingin seudun liikennejärjestelmä.....	37
4.1 Ominaispiirteet.....	37
4.2 Liikenneinfrastruktuurin kehittäminen.....	37

4.3 Joukkoliikenteen sujuvoittaminen Helsingin seudulla.....	38
4.3.1 Määritelmä.....	38
4.3.2 Sujuvoittamisesta vastaavat organisaatiot.....	39
4.3.3 Sujuvoittaminen ja luotettavuus.....	39
4.3.4 Infrastruktuurin sujuvoittamisen menetelmät.....	40
4.3.5 Muut sujuvoittamismenetelmät.....	40
4.4 Linja-autoliikenne.....	41
4.5 Raitioliikenne.....	42
4.6 Helsingin seudun joukkoliikennekaistat.....	43
4.7 Helsingin seudun joukkoliikennekadut.....	43
5. Menetelmät.....	45
5.1 Tutkimuksen luonne.....	45
5.2 Asiantuntijahaastattelut.....	45
5.3 Maastokäynnit.....	45
5.3.1 Kohteet.....	45
5.3.2 Toteutus.....	47
5.4 Yhteiskuntataloudellinen arviointi.....	48
5.4.1 Perusteet.....	48
5.4.2 Laskentamenetelmän kuvaus.....	49
5.4.3 Laskennassa tehdyt oletukset.....	51
5.4.4 Herkkyystarkastelut.....	52
6. Tulokset.....	54
6.1 Turvesuontien ja Kehä I:n liittymä.....	54
6.1.1 Yleistä kohteesta.....	54
6.1.2 Havainnot.....	55
6.1.3 Yhteiskuntataloudellinen arviointi.....	57
6.2 Jyrängöntien rampin ja Hämeentien liittymä.....	58
6.2.1 Yleistä kohteesta.....	58
6.2.2 Havainnot.....	60
6.2.3 Yhteiskuntataloudellinen arviointi.....	62
6.3 Koroistentien ja Mannerheimintien liittymä pohjoiseen.....	63
6.3.1 Yleistä kohteesta.....	63
6.3.2 Havainnot.....	65
6.3.3 Yhteiskuntataloudellinen arviointi.....	67
6.4 Runeberginkadun ja Mannerheimintien liittymä etelään.....	68
6.4.1 Yleistä kohteesta.....	68
6.4.2 Havainnot.....	69
6.4.3 Yhteiskuntataloudellinen arviointi.....	71
6.5 Kimmontien ja Mäkelänskadun liittymä etelään.....	71
6.5.1 Yleistä kohteesta.....	71
6.5.2 Havainnot.....	73

6.5.3 Yhteiskuntataloudellinen arviointi.....	75
7. Yhteenveto ja päätelmät.....	76
7.1 Joukkoliikennekaistojen valvonnan merkitys.....	76
7.2 Toimenpidesuositukset maastokäyntikohteisiin.....	76
7.2.1 Taustaa.....	76
7.2.2 Turvesuontien ja Kehä I:n liittymä.....	78
7.2.3 Jyrängöntien rampin ja Hämeentien liittymä.....	79
7.2.4 Koroistentien ja Mannerheimintien liittymä.....	80
7.2.5 Runeberginkadun ja Mannerheimintien liittymä.....	81
7.2.6 Kimmontien ja Mäkelänskadun liittymä.....	81
7.3 Liikennesuunnittelun kehittämis ehdotukset.....	82
7.4 Lainsäädännön kehittämis ehdotukset.....	82
7.5 Tulosten luotettavuuden arviointi.....	83
7.5.1 Havaintojen luotettavuus.....	83
7.5.2 Lähtötietojen ja oletusten luotettavuus.....	84
7.6 Jatkotoimenpiteet.....	85
Lähdeluettelo.....	86

# Kuvaluettelo

Kuva 1 Joukkoliikennekaistatyypit (Paikallisliikenneliitto 2008).....	11
Kuva 2 Liittymäohitus Piispansillalla Espoossa.....	13
Kuva 3 Joukkoliikennekaistan aiheuttama muutos väylän välityskyvyssä. Muokattu lähteestä (Eichler & Daganzo 2005).....	17
Kuva 4 Liikennemerkkit 541 a, 541 b, 542 a ja 542 b. (TLA 182/1982 19 §).....	19
Kuva 5 Liikennemerkkit 543 a, 543 b, 544 a ja 544 b. (TLA 182/1982 19 §).....	19
Kuva 6 Liikennemerkkit 532 ja 531 esitettynä muun pysäkki-informaation kanssa. (Tiehallinto 2003).....	20
Kuva 7 Kansallisooopperan liittymän joukkoliikennekaistaa valvova kamera.....	23
Kuva 8 Kansallisooopperan liittymän kamera sijaitsee kuvassa jalkakäytävälle pysäköineen pakettiauton takana suojatievalojen yläpuolella.....	23
Kuva 9 Suomalainen vanhempi rekisterikilpi ilman vasemman reunan maatunnusta.....	28
Kuva 10 Ruotsalainen rekisterikilpi 1990-luvun lopulta.....	28
Kuva 11 Liettualainen rekisterikilpi.....	28
Kuva 12 Joukkoliikennekadun puomi (Paikallisliikenneliitto 2008).....	34
Kuva 13 Bussin edestä laskeutuvat tolpat (Paikallisliikenneliitto 2008).....	35
Kuva 14 Piispansilta, Espoo. Korotettu suojatie sijaitsee merkittävällä joukkoliikenneväylällä.....	38
Kuva 15 Helsingin seudun joukkoliikennekaistat ja -kadut. Sinisellä Helsingin katuverkolla olevat joukkoliikennekaistat ja -kadut, vihreällä Espoon katuverkolla olevat joukkoliikennekaistat ja -kadut, violetilla Vantaan katuverkolla olevat joukkoliikennekaistat ja -kadut ja punaisella valtion teillä olevat joukkoliikennekaistat. Kuvan © HSL, taustakartan © Helsingin kaupunkimittausosasto, alueen kunnat ja HSY, 2012 / Karttakeskus.....	43
Kuva 16 Maastotutkimuksessa liikennettä seurattiin linja-autokaistan vierestä liittymän jälkeen.....	47
Kuva 17 Turvesuontien liittymä Leppävaaran suunnasta tultaessa.....	54
Kuva 18 Linja-autojen ajoajat ruuhka-aikoina Turvesuontien liittymän kohdalla Kehä I:llä. Vaakaviivat kuvaavat minuutteja.....	55
Kuva 19 Vilkkaimpia hetkiä Turvesuontien liittymässä.....	56
Kuva 20 Hämeentien ja Jyrängöntien rampin liittymä. Tyypillisessä tilanteessa joukkoliikennekaistalla oli enemmän ajoneuvoja kuin vasemmanpuoleisella kaistalla.....	59
Kuva 21 Joukkoliikennekaistan merkki Jyrängöntien rampin suuntaan.....	59
Kuva 22 Linja-autojen ajoaikojen hajontaa Kumpulan kampuksen ja Paavalin kirkon pysäkkien välillä. Vaakaviivat kuvaavat minuutteja.....	60
Kuva 23 Mannerheimintien ja Koroistentien liittymä etelästä tultaessa.....	63
Kuva 24 Linja-autokaistan merkki Kiskontien jälkeen.....	64
Kuva 25 HASTUS-ohjelman ajoaikahajontatuloste Tilkan ja Ruskeasuon pysäkkien väliltä.....	64

Kuva 26 Iltahuipputunnin aikoihin pääsuunnan liikennevalo on pitkään vihreänä, joten liittymäalue tyhjenee täysin.....	65
Kuva 27 Henkilöauto vaihtaa kaistaa joukkoliikennekaistalle Koroistentien liittymän jälkeen.....	66
Kuva 28 Linja-autokaistan merkki Sibeliuksenkadun jälkeen.....	68
Kuva 29 HASTUS-ohjelmistosta saatu ajoaikatieto Kisahallin ja Hesperian puiston pysäkkien välille.....	69
Kuva 30 Kimmontien liittymä Mäkelänskadulla etelään päin ajettaessa.....	72
Kuva 31 HASTUS-ohjelmiston tuottama ajoaikatieto Käpylänaukion ja Koskelantien pysäkkien väliltä.....	73
Kuva 32 Liikenne jonoutuu Paavalin kirkon pysäkille.....	80
Kuva 33 Portaaliopaste, joka ei esiinny tieliikenneasetuksen säännöksissä.....	82

## Taulukkoluetelo

Taulukko 1 Muiden ajoneuvojen bussikaistalle sallimisen vaikutukset bussiliikenteelle. Suomennettu lähteestä (Vuchic 2007, s. 242).....	18
Taulukko 2 Yhteiskuntataloudellisen arvioinnin lähtötiedot.....	48
Taulukko 3 Turvesuontien ja Kehä I:n liittymän ominaisuudet.....	56
Taulukko 4 Jyrängöntien rampin ja Hämeentien liittymän ominaisuudet.....	61
Taulukko 5 Koroistentien ja Mannerheimintien liittymän ominaisuudet.....	66
Taulukko 6 Runeberginkadun ja Mannerheimintien liittymän ominaisuuksia taulukoituna.....	70
Taulukko 7 Kimmontien ja Mäkelänekadun liittymässä tehdyt havainnot.....	74
Taulukko 8: Maastokäyntikohteiden kameravalvonnan yhteiskuntataloudellinen kannattavuus.....	77
Taulukko 9: Maastokäyntikohteiden kameravalvonnan yhteiskuntataloudellinen arviointi negatiivisessa skenaariossa.....	78

# Määritelmiä

<b>Ajantasauspysäkki</b>	Joukkoliikennevälineen reitin päätepysäkkien välillä sijaitseva pysäkki, jolle on määritelty aika (välipiste-aika), jota ennen joukkoliikenneväline ei ohita pysäkkiä.
<b>HASTUS</b>	Horaires et. Assignations pour Systeme Transport Urbain et Semi-urbain. Ohjelmisto jota käytetään joukkoliikenteen aikataulusuunnittelussa.
<b>Helsingin seutu</b>	Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman aluerajauksen mukainen alue, pitäen sisällään pääkaupunkiseudun (Helsinki, Espoo, Vantaa, Kauniainen) ja Kuuma-kunnat (Hyvinkää, Kirkkonummi, Järvenpää, Nurmijärvi, Tuusula, Kerava, Mäntsälä, Pornainen, Sipoo ja Vihti). (Janhunen ym. 2011, KUUMA-seutu 2014)
<b>HSL</b>	Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä. Aloitti toimintansa vuonna 2010 Helsingin seudun joukkoliikenteen toimivaltaisena viranomaisena. Valmistele myös Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelma HLJ:n 14 kunnan alueelle. Jäsenkuntia ovat vuonna 2014 Espoo, Helsinki, Kauniainen, Kerava, Kirkkonummi, Sipoo ja Vantaa.
<b>Korkean käyttöasteen ajoneuvo (HOV)</b>	Ajoneuvo, jossa on kuljettajan lisäksi matkustajia. Matkustajien lukumäärän määrittely vaihtelee tapauskohtaisesti. Englanninkielinen käsite on High Occupancy Vehicle.
<b>Pääkaupunkiseutu</b>	Helsinki, Espoo, Vantaa ja Kauniainen. Muodostavat Helsingin seudun työssäkäyntialueen tiheimmin rakennetun alueen. Ovat tehneet ylikunnallista yhteistyötä useita vuosikymmeniä, esimerkiksi pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV:n yhteydessä.
<b>OCR</b>	Optical character recognition, optinen kirjaintunnistus
<b>RGB-kuva</b>	Värikuva (bittikartta), jonka pikseleiden väri muodostuu punaisesta, vihreästä ja sinisestä osakomponentista.
<b>Rights-of-way (ROW)</b>	Joukkoliikennevälineen kulkuväylän erottelun taso muusta liikenteestä.
<b>Ulkoinen kustannus</b>	Liikenteen käyttäjän muille aiheuttaman hyödyn tai haitan rahamääräinen kustannus.
<b>Välipiste-aika</b>	Aika, jota ennen joukkoliikenneväline ei ohita ajantasauspysäkkiä

# 1. Johdanto

Joukkoliikenteen nopeus ja luotettavuus ovat eräitä tärkeimmistä joukkoliikenteen kilpailukykyyn vaikuttavista tekijöistä. Joukkoliikenteen nopeudessa ja luotettavuudessa avainasemassa ovat erilaiset infrastruktuuriratkaisut, jotka voivat merkittävästi sujuvoittaa tai hankaloittaa joukkoliikenteen toimintaa. Eräs hyväksi koettu ratkaisu on joukkoliikennekaistat, jotka parantavat raitiovaunu- ja linja-autoliikenteen toimintaedellytyksiä. Muun liikenteen määrän kasvaessa joukkoliikennekaistojen väärinkäyttö nousee kuitenkin merkittäväksi joukkoliikennettä haittaavaksi ongelmaksi. Liikennepoliittinen pyrkimys järjestää joukkoliikenteelle hyvät olosuhteet johtaa tarpeeseen valvoa joukkoliikennekaistojen käyttöä aiempaa tehokkaammin.

Helsingin seudun 14 kunnan väestö on kasvanut liki 40 % viimeisen 30 vuoden aikana. Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman ennusteissa väestönkasvu on noin 28 % vuodesta 2008 vuoteen 2035. (Janhunen ym. 2011) Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikennemäärät tulevat siten myös kasvamaan. Liikenteen kasvu aiheuttaa ongelmia erityisesti Helsingin tiheään rakennetulla alueella. Väylien kapasiteetti ei tule merkittävästi kasvamaan johtuen muun muassa kapasiteetin kasvatuksen tilantarpeesta. Ajoneuvo-, kävely- ja pyöräilyliikenteen kanssa yhteisiä tie- ja katualueita käyttävät bussi- ja raitioliikenne tarvitsevat oman tilansa tien tai kadun poikkileikkauksessa, joka voi olla joko muiden kulkumuotojen kanssa yhteistä tai täysin tai osittain joukkoliikenteelle varattua. Joukkoliikennekaistojen kameravalvonta parantaa olemassa olevien joukkoliikennekaistojen toimintaa lyhentäen matka-aikoja ja vähentäen matka-aikojen hajontaa.

Joukkoliikennekaistojen kameravalvonnasta ei ole juurikaan kotimaista tutkimustietoa. Monet julkaisut sivuavat kameravalvontaa eräänä sujuvoittamismenetelmänä, mutta yksityiskohtaista pohdintaa kameravalvonnasta niissä ei ole.

Tämä työ hyödyntää 2010-luvun alussa Helsingissä tehdyn joukkoliikennekaistan kameravalvontapilotin kokemuksia pyrkien tuomaan esille kameravalvonnan vaikutuksia sekä toteuttamisen esteitä.

Työ pyrkii vastaamaan kysymykseen, tarvitaanko Helsingin seudun joukkoliikennekaistoille teknistä valvontaa ja onko se yhteiskuntataloudellisesti kannattavaa. Lisäksi työssä etsitään kameravalvonnan toteuttamista vaikeuttavia ongelmakohtia ja esitetään niille ratkaisuja. Työ pohjautuu kirjallisuustutkimukseen, joka käyttää lähteenään paitsi liikennealan toimijoiden selvityksiä ja julkaisuja, myös juridiikan ja tietotekniikan alan julkaisuja. Kirjallisuustutkimusosassa esitellään joukkoliikennekaistoihin, kameravalvontaan ja Helsingin seudulla käytettäviin infrastruktuurisuunnittelumenetelmiin liittyviä perustietoja.



Työ on tehty HSL:n Liikennepalvelut-osaston Joukkoliikenteen toimintaedellytykset –ryhmän toimeksiannosta. Työhön liittyvät haastattelut ja maastokäynnit on suoritettu kesän ja syksyn 2014 aikana. Haastattelut kohdistuivat liikennealan eri osapuoliin niin liikenteen operoinnin, suunnittelun kuin valvonnankin osa-aloilta. Maastokäynneillä haettiin kokonaiskuvaa nykytilanteesta tutustumalla mahdollisimman erilaisiin joukkoliikennekaistan väärinkäyttökohteisiin. Työ ei kuitenkaan ole kaiken kattava selvitys Helsingin seudun joukkoliikennekaistojen mahdollisista kameravalvontakohteista. Työhön esimerkeiksi otetut yksittäiset kohteet ovat vain pieni otanta kaikista seudun joukkoliikennekaistojen väärinkäyttökohteista.

Työ on rajattu käsittelemään Helsingin seudun työssäkäyntialuetta painopisteenään seudun ruuhkautuneimmat alueet erityisesti Helsingin niemellä. Työ käsittelee sekä linja-auto että raitioliikennettä. Tarkemmin työssä paneudutaan linja-autokaistakohteisiin. Työssä käsitellään esittelynomaisesti myös muita joukkoliikennekaistojen nopeuttamisen menetelmiä, kuitenkin keskittyen kameravalvontaan. Kameravalvonta on tutkimuksen painopistealueena johtuen siitä, että asiantuntijahaastatteluissa sitä pidettiin tehokkaimpana yksittäisenä tekijänä pyrittäessä parantamaan olemassa olevan joukkoliikennekaistan toimivuutta.

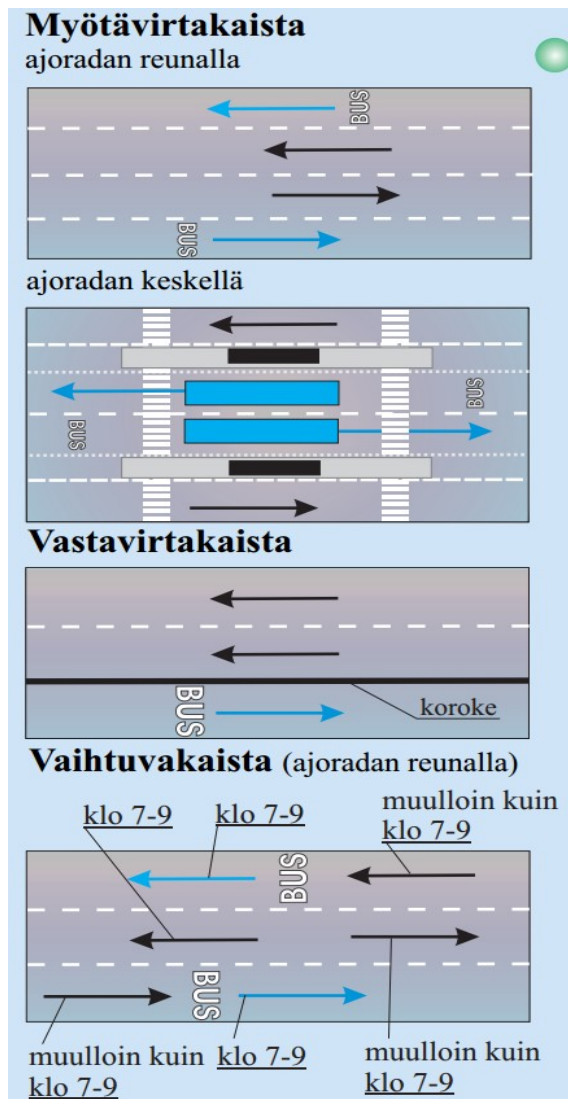
## 2. Joukkoliikennekaistat

### 2.1 Perusteita

Joukkoliikenteen toimintaedellytyksien nostaminen tärkeäksi asiaksi teiden ja katujen suunnittelussa johtuu muun muassa siitä, että joukkoliikenne siirtää isoja massoja vähällä kulkuneuvomäärällä. Teiden ja katujen tarkoitus on siirtää ihmisiä, kulkuneuvojen liikkuminen on vain ihmisten siirtämisen menetelmä eikä tarkoitus itsessään. Tähän tavoitteeseen joukkoliikenne vastaa paremmin kuin yksittäiset henkilöautot voivat vastata. (Vuchic 2007 s. 240) Joukkoliikennevälineen kyydissä on kymmeniä ihmisiä, kun henkilöautossa on noin 1,3 ihmistä. Tämän perusteella useilla kohtalaisesti tai enemmän liikennöidyillä joukkoliikenneväylillä tulisi olla joukkoliikenteelle omat kaistat ja muita joukkoliikenteelle tarkoitettuja rakenteita, kuten hyvin suunniteltuja pysäkkejä. (Vuchic 2004 s. 100) Joukkoliikennekaista on kaikista tehokkain yksittäinen menetelmä parantamaan katutasossa kulkevan joukkoliikenteen nopeutta, ja niiden rakentamisella on pääosin positiivisia yhteiskuntataloudellisia vaikutuksia. (Vuchic 2004, s.100, Bäckström ym. 2012 s. 28)

”Joukkoliikennekaistalla tarkoitetaan ajoradan osaa, joka on joko yksinomaan tai pääasiallisesti varattu joukkoliikenteelle.” (Paikallisliikenneliitto 2008) Joukkoliikennekaistoilla pyritään parantamaan joukkoliikenteen luotettavuutta ja nopeutta (Bäckström ym. 2012). Joukkoliikennekaistalle usein sallittuja muita liikennemuotoja ovat taksit, pakettiautot sekä kuorma-autot. Joukkoliikennekaista voi olla voimassaoloajaltaan rajoitettu tai pysyvä. Esimerkiksi Helsingin seudulla on viime vuosina muutettu ruuhka-aikoina voimassa olevia joukkoliikennekaistoja pysyviksi, esimerkiksi Mannerheimintiellä.

Tyypillisimmin kaistat ovat myötävirtakaistoja ajoradan oikeassa reunassa. Myös ajoradan keskellä olevia kaistoja voidaan käyttää, tyypillisesti raitiovaunujen kanssa yhteisenä joukkoliikennekaistana. Korokkeella erotettu vastavirtakaista muutoin 1-suuntaisella kadulla on kolmas toteutusvaihtoehto. Vaihtuvasuuntaista kaistaa voidaan käyttää, jos liikenteellä on selvä ruuhkasuunta. Tässä tapauksessa liikennevirran suunta kaistalla vaihtuu kellonajan mukaisesti siten, että ruuhkasuuntaan tarjotaan suurempi välityskyky. (Paikallisliikenneliitto 2008) Kuvassa 1 on esitetty Paikallisliikenneliiton julkaiseman bussiliikenteen infrakortin numero 10 piirroskuvat erilaisista joukkoliikennekaistatyypeistä.



Kuva 1 Joukkoliikennekaistatyypit (Paikallisliikenneliitto 2008)

Paikallisliikenneliitto suosittelee bussiliikenteen infrakortissa numero 10, ”Fyysiset bussiliikenne-etuudet”, linja-autokaistojen rakentamista aina, kun busseja kulkee yhteen suuntaan 60–125 autoa tunnissa. Tämän ylittävä liikennemäärä vaatii jo muita ratkaisuja, koska pysäkit ruuhkautuvat. 10–60 auton liikennemäärä tunnissa vaatii tarkempaa selvitystä joukkoliikennekaistan tarpeellisuudesta. (Paikallisliikenneliitto 2008) Vuchic (2007) linkittää linja-autokaistan tarpeen myös väylän muun ajoneuvoliikenteen määrään. Vuchicin mukaan linja-autokaista on perusteltua rakentaa, kun linja-autojen kuljettama matkustajamäärä linja-autokaistalla on yhtä suuri tai suurempi kuin muiden kaistojen yhteensä kuljettama matkustajamäärä. Tämä teoria on esitetty kaavassa 1, jossa  $q_A$  on muiden kulkuneuvojen kuin linja-autojen lukumäärä tunnissa ja  $q_B$  linja-autojen lukumäärä tunnissa.  $N$  tarkoittaa kaistojen lukumäärää yhteen suuntaan ja  $\chi$  on linja-auton keskimääräisen matkustajamäärän ja muiden kulkuneuvojen kuin linja-autojen keskimääräisen matkustajamäärän suhde. Tyypillisesti  $\chi$  saa arvoja 0,02:n ja 0,1:n välillä. (Vuchic 2007, s. 245)

$$q_B \geq \frac{q_A}{N-1} * \chi \quad (1)$$

## 2.2 Joukkoliikenteen infrastruktuuriratkaisujen luokittelu

Bussiliikenteen etuudet jaetaan yleensä kolmeen tasoon, joskin tasojen määrittelyt vaihtelevat hieman lähteittäin. Liikenne- ja viestintäministeriö esittää seuraavan luokittelun julkaisussaan ”Joukkoliikenteen nopeuttaminen keskeisenä kilpailutekijänä”:

- Bussit liikennöivät muun ajoneuvoliikenteen kanssa ilman etuuksia.
- Busseilla on omia kaistoja ja valoetuksia, mutta liikenne on kuitenkin samassa tasossa ja risteämistä muun liikenteen kanssa tapahtuu. Joukkoliikennekaistat kuuluvat tälle tasolle.
- Busseilla on kokonaan omat väylät, kuten joukkoliikennekadut. (Kuukka-Ruotsalainen ym. 2007 s. 16)

Vukan R. Vuchic määrittelee bussiliikenteen etuudet seuraavasti kirjassaan ”Urban transit systems and technology”:

- Ensimmäinen kategoria, Rights-of-way (ROW) C, tarkoittaa liikennöintiä kaduilla samassa tasossa muun liikenteen kanssa. Tässä tapauksessa käytössä voi olla joukkoliikennekaistoja ja liikennevaloetuksia, mutta fyysisiä esteitä siirtymiselle joukkoliikennekaistalle tai -kaistalta ei ole käytössä.
- Toinen kategoria, ROW B, pitää sisällään joukkoliikenneväylät, jotka ovat fyysisesti erotettu muusta liikenteestä esimerkiksi reunakivellä tai aidalla. (Vuchic 2007 s. 243). Tähän luokkaan kuuluvat muun muassa eräät ajoradan keskellä olevat joukkoliikennekaistat, kuten Helsingin bussilinjan 58 kaistat Aleksis Kiven kadun ja Sturenkadun liittymässä Fleminginkatua kohti ajettaessa. Linja käyttää samaa ajorataa kuin raitiovaunulinja 9.
- Kolmannen kategorian (ROW A) ratkaisuja ovat joukkoliikenneväylät ilman tasossa tapahtuvaa risteämistä muun liikenteen kanssa (Vuchic 2007 s. 243). Poikkeustapauksissa tasossa tapahtuvaa risteämistä voi kuitenkin olla, jos se ei haittaa joukkoliikennettä. Väylät voidaan toteuttaa joko maan tasossa, tunnelissa tai maanpinnan yläpuolella. (Vuchic 2007 s. 247) Kolmannen tason ratkaisut ovat varsin vähän käytettyjä, mutta kaikista parhaita, sillä ne poistavat muun liikenteen aiheuttamat häiriöt sekä väylän valvontatarpeen (Vuchic 2007 s. 243).

## 2.3 Yhdistäminen muihin joukkoliikenne-etuuksiin

Joukkoliikennekaistan toimintaa voidaan entisestään parantaa yhdistämällä se muihin joukkoliikenne-etuuksiin. Esimerkiksi liikennevaloetuuksien yhdistäminen joukkoliikennekaistiaan parantaa joukkoliikenteen toimintaa. Oikealla suunnittelulla voidaan poistaa joukkoliikennekaistojen tyypiongelmia, kuten linja-autokaistalta oikealle kääntyvän muun liikenteen aiheuttama ruuhkautuminen liittymäalueilla. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi en-

nen liittymää olevilla liikennevaloilla, jotka päästävät joukkoliikennekaistan ajoneuvot ensimmäisenä liittymän liikennevaloihin. Kyseinen ratkaisu mahdollistaa myös vasemmalle kääntymisen ajoradan oikeassa laidassa olevalta joukkoliikennekaistalta tai pysäkiltä ilman, että muu liikenne aiheuttaa linja-autolle vaikeuksia ryhmittäytyä ajoradan vasempaan reunaan. (Vuchic 2007 s. 242–246) Espoon Piispansillan vasemmalle kääntymistä helpottava ratkaisu on esitetty kuvassa 2. Paikassa on mahdollista antaa vihreä valo ensin joukkoliikennekaistan liikennevalolla (kuvan oikeassa reunassa), jonka aikana vasemmalta, Länsiväylältä Kirkkonummen suunnasta, tuleva ja suoraan ajava ajoneuvoliikenne saa punaisen valon. Tämä mahdollistaa linja-auton siirtymisen oikean reunan joukkoliikennekaistalta vasemmalle Hangon suuntaan kääntyville kaistoille ennen, kuin muuta ajoneuvoliikennettä päästetään Länsiväylää ylittävän sillan päälle. Vastaavan tyyppistä joukkoliikennekaistan ja liikennevaloetuuden yhdistävää rakennetta on käytetty Saksassa muun muassa Wiesbadenissa (Vuchic 2007 s. 244).



*Kuva 2 Liittymäohitus Piispansillalla Espoossa*

## **2.4 Luotettavuuden ja nopeuden merkitys**

### **2.4.1 Määritelmiä luotettavuudelle**

Joukkoliikenteen luotettavuudelle on useita määritelmiä. Suomen standardoimisliitto SFS määrittelee luotettavuuden julkisessa joukkoliikennepalvelussa SFS-EN 13816 -standardin liitteessä 2:

*taso, johon asti asiakas voi olla varma, että palveluita tuotetaan kuten on luvattu. (Suomen Standardoimisliitto 2003)*

Helsingin seudun liikenteen julkaisussa 11/2012 joukkoliikennepalvelun luotettavuus määritellään seuraavasti:

*Luotettavuudella kuvataan sitä, kuinka hyvin matkustajalle luvattu palvelu toteutuu. Luotettavuudella voidaan osoittaa, kuinka suuri osa vuoroista on saapunut tietyn poikkeaman sisällä luvatusa saapumisajasta, tai kuinka suuri osa vuoroista on saapunut luvatusa vuorovälin poikkeaman sisällä. Luotettavuuteen liittyy olennaisina tekijöinä täsmällisyys ja säännöllisyys sekä omalta osaltaan nopeuttaminen. (Bäckström ym. 2012)*

## **2.4.2 Vaikutus houkuttelevuuteen**

Joukkoliikennekaistojen tarjoama parempi joukkoliikenteen luotettavuus ja nopeus ovat tärkeitä elementtejä parantamaan joukkoliikennejärjestelmän koettua laatua. Tutkimuksissa luotettavuus on noussut tärkeimmäksi joukkoliikenteen palvelutasotekijäksi (HSL 2011b). Stradlingin ym. mukaan hyvin suuri osa nykyisistä joukkoliikenteen käyttäjistä kokee nopeuden ja luotettavuuteen liittyvät ongelmat merkittävinä: 31 % pelkää, ettei saavu kohteeseensa ajoissa; 35 % ei osaa ennustaa matka-aikaansa helposti; 39 % ärsyyntyy kun linja-auto on myöhässä. (Stradling ym. 2007) Currien ja Wallisin tutkimus tukee näitä oletettavia nopeuden ja luotettavuuden merkityksestä: Linja-autoalan ammattilaisille tehdyn tutkimuksen perusteella luotettavuus ja joukkoliikenne-etuudet nousevat toiseksi tärkeimmäksi linja-autojen markkinaosuutta kasvattavaksi tekijäksi heti vuorovälien jälkeen. Samassa tutkimuksessa nousi esille myös se, että useassa erityisen hyvässä linja-autojärjestelmässä on eräänä syynä suosiolle liikenteen luotettavuus. (Currie & Wallis 2008)

Henkilöauton käyttäjillä eräs tärkeimmistä syistä käyttää henkilöautoa joukkoliikenteen sijaan on henkilöauton suurempi nopeus. (Halko 2012 s. 32) Tämän takia nopeuttamistoinenpiteet ovat myös sikäli perusteltuja, että niillä saatetaan saada nykyisiä henkilöauton käyttäjiä joukkoliikenteen pariin hitaushaitan vähentyessä tai jopa poistuessa tilanteesta, jossa henkilöautoliikenne on ruuhkautunut.

Currien ja Wallisin mukaan joukkoliikennelinjan luotettavuus näkyy vahvasti myös sen suosiossa: epäluotettavilla linjoilla matkustajamäärät ovat n. 10–20 % pienempiä kuin normaalisti voisi olettaa. Vastaavasti hyvin luotettavilla linjoilla kysyntä kasvaa vastaavasti. Odotusajan aikakustannuksissa odottamaton ja ylimääräinen odotusaika johtuen myöhästymisestä koetaan jopa 2-3 kertaa kalliimmaksi kuin normaalin odotusajan aikakustannus on. Normaali odotusaika on noin 1,5-2 kertaa kalliimpaa kuin kulkuvälineessä vietetty aika. (Currie & Wallis 2008) Täten varsin pienetkin myöhästymiset saattavat aiheuttaa sen, että kokonaisaikakustannuksissa odotusajan eri komponentit nousevat arvokkaammiksi kuin varsinainen matka-aika.

Bates ym. esittää julkaisussaan ”The valuation of reliability for personal travel” teorian, että luotettavuus on nopeutta tärkeämpi joissain tilanteissa. Kuitenkin luotettavuuden arvosta on tehty tutkimusta varsin vähän, joten suoraa vertailua liikkumiseen käytetyn keskimääräisen ajan arvon välillä on vaikea tehdä. (Bates ym. 2001 s. 191)

### **2.4.3 Epäluotettavuuden ja hitauden tuomia ongelmia**

Ellei joukkoliikenne ole luotettavaa ja nopeaa, sen haittavaikutuksia ovat paitsi kohdassa 2.4.2 koetut subjektiiviset näkemykset joukkoliikennejärjestelmän heikkoudesta, myös matkaketjujen epäonnistuminen. Epäluotettavuus on erityisesti vaihdollisissa yhteyksissä hyvin haitallinen ilmiö. Jos ensimmäinen liikenneväline on myöhässä ja jälkimmäinen etuajassa, matkaketjuun kuuluva vaihto saattaa epäonnistua. Erityisesti ongelma korostuu vaihdettaessa harvan vuorovälin linjalle, jolloin riskinä on matka-ajan moninkertaistuminen johtuen hyvin pitkästä seuraavan vuoron odotusajasta. (Rietveld ym. 1999 s. 1, Bates ym. 2001 s. 210)

Hitaan yhteyden ongelmat korostuvat myös vaihdollisessa matkassa. Vaihdollinen matka on usein matka runkolinjalta liityntälinjalle. Liityntälinja palvelee runkolinjan aseman ympäristöä, useimmin muissa suunnissa kuin runkolinjan suuntaan. Liityntälinjan ja runkolinjan muodostama matkaketju ei usein ole suoraviivaisin reitti lähtö- ja alkupisteen välillä, vaan liityntälinjalla matkaa tehdään runkolinjan lähimmälle asemalle tai pysäkillä. Jos yhteydet ovat kovin hitaat, kokonaismatka-aika pitenee huomattavasti suoraa yhteyttä pidemmäksi, sillä matkan pituus on suorinta reittiä merkittävästi pidempi.

## **2.5 Vaikutukset muulle liikenteelle**

### **2.5.1 Tilantarve**

Joukkoliikennekaistat varaavat oman tilansa kadun poikkileikkauksesta. Kaupunkialueella katupoikkileikkauksen tilaa ei usein pystytä kasvattamaan, vaan muutokset eri liikenne-  
muotojen osuudessa katupoikkileikkauksesta on joltain toiselta muodolta pois. Ohjeellinen joukkoliikennekaistan leveys on 3,5 metriä elleivät polkupyörät käytä joukkoliikennekaistaa. Tilanteessa, jossa polkupyörille ei ole varattu muuta paikkaa ajoradalla, joukkoliikennekaista tulisi olla 4,5 metriä leveä. (Paikallisliikenneliitto 2008) Tämä tarkoittaa sitä, että joukkoliikennekaistallisen tien tai kadun poikkileikkauksesta menee 7-9 metriä joukkoliikenteelle, jos kulkumuotona on vain linja-auto. Erillisillä raitiovaunukiskoilla joukkoliikenteen tilantarve kasvaa entisestään. Tämän tilan ollessa pois muun liikenteen käytöstä, laskee väylän välityskyky muiden liikennemuotojen osalta.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Vuchic (2007) esittää, että vaikutukset muulle liikenteelle saattavat olla jopa positiivisia: eri kulkumuotojen erottelu vähentää liikennevirran turbulenssia ja siten vaikuttaa positiivisesti nopeuksiin. Lisäksi bussi-  
kaista lisää joukkoliikenteen houkuttelevuutta ja siten vähentää muuta ajoneuvoliikennettä autoilijoiden siir-  
tyessä osittain joukkoliikenteen käyttäjiksi.

## 2.5.2 Välityskyky

Joukkoliikennekaistan käyttöönoton aiheuttama muutos väylän välityskyvyssä muiden kulkumuotojen osalta on esitetty kuvassa 3. Kuvassa  $q$  tarkoittaa liikennemäärää ja  $k$  liikennetiheyttä. Kuva perustuu Lighthillin ja Whithamin (1955) sekä Richardsin (1956) esittämään kinemaattisen aallon teoriaan, johon Eichler ja Daganzo viittaavat artikkelissaan ”Bus lanes with intermittent priority: Strategy formulae and evaluation”. Kuvassa 1 kuvataan seuraavat liikennevirran tilat:

- C on tila, jossa täyden leveyden väylän liikennevirta on kriittisessä tiheydessä,
- E on tila, jossa rajoitettu väylä on kriittisessä tiheydessä,
- O on väylä ilman ajoneuvoja,
- B on tila, jossa ruuhkautuneen, täyden leveyden väylän välityskyky on samalla tasolla kuin pisteessä E,
- G on tila, jossa rajoitetun väylän liikennevirran keskinopeus on sama kuin pisteessä B,
- J on tila, jossa täyden leveyden väylän liikennevirta on seisovan ruuhkan tilassa,
- F on tila, jossa rajoitettu väylä on seisovan ruuhkan tilassa,
- A on yleinen tila, jossa liikenteen kysyntä on alle välityskyvyn (Eichler & Daganzo 2005, s. 733).

Kuvan pisteiden E, G ja F määrittämä rajoitettu väylä tarkoittaa väylää, jolla osa leveydestä on otettu joukkoliikennekaistakäyttöön. Täyden leveyden väylällä, jota pisteet C, B ja J kuvaavat, tarkoitetaan vastaavasti väylää, jolla kaikki kaistat ovat ilman kulkumuotorajaus- ta kaiken liikenteen käytettävissä.





*Taulukko 1 Muiden ajoneuvojen bussikaistalle sallimisen vaikutukset bussiliikenteelle. Suomennettu lähteestä (Vuchic 2007, s. 242)*

Ajoneuvoluokka	Turvallisuus laskee	Luotettavuus laskee	Fyysinen epäyhteen-sopivuus	Kilpailijat vahvistuvat	Imago-tappiot
Taksi	+	+	-	++	+
Polkupyörä	++	+	++	+	-
Korkean käyttö-asteen ajoneuvo (HOV)	+	++	+	++	++
Kuorma-auto	++	++	++	-	++

## 2.6 Lainsäädäntö

### 2.6.1 Väärinkäyttö

Joukkoliikennekaistojen väärinkäytöllä tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, että ajoneuvo, jolla ei ole laillista oikeutta kaistan käyttöön, käyttää kaistaa. Tyypillisiä joukkoliikennekaistojen väärinkäyttöesimerkkejä ovat ryhmittyminen oikeanpuoleiselle joukkoliikennekaistalle liian aikaisin ennen kääntymistä risteyksestä oikealle sekä tahallinen ajo joukkoliikennekaistalla johtuen sen tarjoamasta suuremmasta ajonopeudesta.

Tieliikenneasetuksen 19 § käytetään termiä ”risteys”, mutta risteys-sanaa ei asetustekstissä määritellä. (Tieliikenneasetus 182/1982, 19 §, TLA) Tämä aiheuttaa tiettyjä tulkinnallisia ongelmia erityisesti eritasoliittymän ramppien osalta. Poliisin liikenneturvallisuuskeskukseen johtaja Dennis Pastersteinin (2014) mukaan sekä tasoliittymä että eritasoliittymän jokainen ramppi muodostavat lain tarkoittaman risteyksen. Tässä työssä noudatetaan Pastersteinin määritelmää risteykselle ellei toisin todeta.

### 2.6.2 Linja-autokaista

Tieliikenneasetuksessa säädetään tieliikennelain 2 §:ssä tarkoitetun tien liikenteen ohjaamisesta. Linja-autokaistan merkkeinä ovat merkit 541 a ja 541 b, joista jälkimmäinen, esitetty kuvassa 4, sallii myös taksit linja-autokaistalle. Lisäkilvellä voidaan sallia myös muita kulkumuotoja, kuten tavaraliikennettä, linja-autokaistalle. Lisäksi voimassaoloaikaa voidaan rajoittaa erillisellä lisäkilvellä. Merkki sijoitetaan kaistan yläpuolelle kaistan alkuun ja se voidaan myös toistaa. (Tiehallinto 2003 ja TLA 182/1982, 19 §) Erityisesti on huomioitava, että tieliikenneasetuksen 19 §:ssä eriteltyt ohjemerkit ovat aina kuvatus värisiä. Tieliikenneasetus ei tunne vihreitä tai valkoisia linja-autokaistamerkkejä.

Linja-autokaistaa saavat käyttää ilman lisäkilven mainintaa myös raitiovaunut, hälytysajoneuvot ja poliisin virkatehtävässä olevat ajoneuvot. Merkki on voimassa seuraavaan ris-

teykseen asti, ellei liikennemerkillä 542 (linja-autokaista päättyy) muuta osoiteta. Lisäksi linja-autokaistan havaittavuutta voidaan korostaa BUS-ajoratamaalauksella. (Tiehallinto 2003 ja TLA 182/1982, 19 §)



*Kuva 4 Liikennemerkit 541 a, 541 b, 542 a ja 542 b. (TLA 182/1982 19 §)*

### **2.6.3 Raitiovaunukaista**

Raitiovaunukaistasta säädetään soveltuvien osin samoin kuin linja-autokaistasta. Raitiovaunukaistan merkkejä ovat merkit 543 a ja 543 b, joista jälkimmäisessä on myös TAXI-teksti. Poikkeuksena linja-autokaistaan on se, että ilman TAXI-tekstiä kaistan liikennöinti ei ole sallittu hälytysajoneuvoille tai poliisin virkatehtävissä oleville ajoneuvoille. Lisäksi merkin 543 a, joka on esitetty kuvassa 5, yhteyteen ei voida liittää lisäkilpeä sallimaan muita ajoneuvotyyppien käyttämää kaistaa. (TLA 182/1982, 19 §)



*Kuva 5 Liikennemerkit 543 a, 543 b, 544 a ja 544 b. (TLA 182/1982 19 §)*

### **2.6.4 Muut joukkoliikenteeseen vaikuttavat merkit**

Linja-auto- ja raitiovaunupysäkit ovat merkitty merkeillä 531–533. Kuvassa 6 on esitetty merkkien 531 ja 532 käyttöä yhdessä muun pysäkki-informaation kanssa. 12 metrin etäisyydelle merkistä tai muulle tiemerkinnoin osoitetulle alueelle ei saa pysäyttää tai pysäköidä muita ajoneuvoja kuin linja-autoa tai raitiovaunua. Aluetta voi muutkin ajoneuvot kuitenkin käyttää matkustajien ottamista tai niiden poistumista varten. (TLA 182/1982, 19 §)



Kuva 6 Liikennemerkkit 532 ja 531 esitettynä muun pysäkki-informaation kanssa. (Tiehallinto 2003)

## 2.6.5 Muiden ajoneuvojen käyttöoikeus joukkoliikennekaistaan

Jos linja-autokaista on oikeanpuoleisin ajokaista, sitä saavat lisäksi käyttää myös mopot, polkupyörät, invalidipyörät ja ryhmittynä muu liikenne. Linja-autokaistalle sekä raitiovaukaistalle, jolla saa ajaa myös taksit (liikennemerkki 532 b) voidaan sallia myös muita ajoneuvoluokkia, mahdollisesti vain tiettyinä aikoina vuorokaudesta. (TLA 182/1982, 19 §) Ryhmittymisen oikealle kääntymistä varten on sallittua taajama-alueella yhtä korttelia ennen risteystä, jossa kääntyy oikealle. Paikoissa, joissa edelliseen risteykseen on yli 150 metriä matkaa, tulee ryhmittymisen suorittaa aikaisintaan 150 metriä ennen liittymää.<sup>2</sup> (Poliisi 2014) Risteyksen määritelmässä syntyvä tulkinnanvaraisuus nähdään ongelmallisena oikean ryhmittymisen määrittelyn kannalta. Lisäksi on joitain kohteita, kuten Dunckerinkadun ja Pohjoisen Hesperiankadun kortteliväli Helsingissä, jossa Poliisin ohjeen mukainen ryhmittymisen on vaikeasti toteutettavissa johtuen erittäin lyhyestä korttelista. (Roitto ym. 2014)

## 2.7 Ongelmakohdat

Vuchicin (2007) mukaan joukkoliikennekaistoja tai muita joukkoliikenne-etuuksia ei ole läheskään niin paljon kuin optimitalanteessa pitäisi olla. Niiden tuomat mahdollisuudet ovat siis selvästi alikäytettyjä. Vuchic erittelee kaksi tärkeintä syytä, miksei joukkoliikennettä suosita infrastruktuurissa riittävästi:

- Liikenneinsinöörien virhe käsitys siitä, että tärkein pyrkimys on maksimoida väylän (ajoneuvo-)välityskyky. Tämä tapahtuu käyttämällä kaikille kulku-

<sup>2</sup> Poliisin liikenneturvallisuuskeskuksen johtajan mukaan nykyään poliisi käyttää valvontatyössään 200 metriä 150 metrin sijaan.

muodoille yhteisiä kaistoja: näin saadaan linja-autojen välissä olevat ”ylimääräiset” välit täytettyä muilla ajoneuvoilla. Tämän aiheuttamia pahoja ongelmia joukkoliikenteen palvelutasolle ei oteta riittävästi huomioon. (Vuchic 2007, s. 243)

- Bussikaistoja rakennetaan, mutta unohdetaan valvonta ja bussikaistan selkeä erottelu. Tämä johtaa siihen, että samassa tasossa muun liikenteen kanssa oleva bussikaista kohtaa merkittävää tahatonta ja tahallista väärinkäyttöä. (Vuchic 2007, s. 243). Tämän ongelman ratkaisuun tulisi pyrkiä mm. panostamalla valvontaan ja erottamalla bussikaista esimerkiksi muista kaistoista poikkeavalla päällysteen värillä. Kiesling ym. (2006) ehdottaa myös bussikaistan erottamista muista kaistoista esimerkiksi reunakivellä ja selkeillä sulkuvii-voilla.

Tyypillisesti olemassa olevien joukkoliikennekaistojen toiminnallisissa ongelmakohdissa on suuri liikennemäärä ahtaahkossa katuympäristössä. Erityisesti ryhmittyminen oikealle kääntyvälle kaistalle tapahtuu usein bussikaistan kautta tai kääntymiskaista on yhteinen bussikaistan kanssa, ja sille ryhmittäydytään liian aikaisin. Ongelmana on myös paikoin liian vähäinen ja epäselvä opastus, joka aiheuttaa tahatonta joukkoliikennekaistan väärinkäyttöä.

Linja-autokaistan sijainti ajoradan oikeassa reunassa aiheuttaa merkittävää haittaa kaistan välityskyvylle kohteissa, joissa on paljon oikealle kääntyvää liikennettä. Tämä johtuu muun muassa siitä, että jalankulkuvalot vaihtuvat samaan aikaan tai hieman ennen ajoneuvoliikenteen valoja.

### 3. Tekninen valvonta

#### 3.1 Liikenteen tekninen valvonta

Liikenteen teknisellä valvonnalla tarkoitetaan muun muassa kameroin toteutettavaa liikenteen lainmukaisuuden valvontaa. Poliisilaki määrittelee teknisen valvonnan seuraavasti:

*Teknisellä valvonnalla tarkoitetaan jatkuvaa tai toistuvaa ajoneuvoihin, ajoneuvojen kuljettajiin, jalankulkijoihin tai yleisöön kohdistuvaa teknisellä laitteella tapahtuvaa katselua tai kuuntelua sekä äänen tai kuvan automaattista tallentamista. (Poliisilaki 872/2011, 1 §:n 1 momentti)*

Liikennettä voidaan valvoa automaattisesti kameroilla, joilla valvotaan:

- nopeuksia, sekä pistemäisiä että keskinopeuksia,
- punaisia päin ajamista,
- turvavyön käyttämistä,
- turvavälejä,
- joukkoliikennekaistojen käyttöä,
- läpiajokiellon rikkomista,
- ajokiellossa olevia ajoneuvoja, kuten katsastamattomia, rekisteröimättömiä, vakuutamattomia sekä niitä ajoneuvoja, joiden verot eivät ole maksettuina. (Liikennevirasto 2013)

Joukkoliikennekaistojen valvonta edistää koko liikennejärjestelmän toimimista suunnitellusti. (Liikennevirasto 2013) Lisäksi joukkoliikenteen kilpailukyky kasvaa matka-aikojen vähentyessä. (Bäckström ym. 2012) Jo vähäinenkin valvonnan lisääminen vaikuttaa huomattavasti joukkoliikennekaistan väärinkäytön määrään. (Kuukka-Ruotsalainen ym. 2007 s. 24) Erityisesti varsin yleisillä ajoradan oikean reunan joukkoliikennekaistoilla valvonnan tiukentaminen parantaa merkittävästi kaistojen toimintaa. (Vuchic 2007, s. 247)

Tällä hetkellä (syksy 2014) Helsinginseudulla on vain yksi joukkoliikennekaistan valvontaan tarkoitettu kamera, joka sijaitsee Kansallisopopperaa vastapäätä Mannerheimintiellä, Runeberginkadun liittymässä. Kamera on asennettu Poliisin, Helsingin kaupungin, HSL:n, Linja-autoliiton ja Taksiliiton yhteistä kameravalvontapilottia varten. Kameran sijainti ja kameralaite ovat esitetty kuvissa 7 ja 8. Kameran käyttöönottoa on aloitettu lokakuusta 2010. Tällä hetkellä (syksy 2014) kamera ei ole toiminnassa.





*Kuva 7 Kansallisoopperan liittymän joukkoliikennekaistaa valvova kamera*



*Kuva 8 Kansallisoopperan liittymän kamera sijaitsee kuvassa jalkakäytävälle pysäköineen pakettiauton takana suojatievalojen yläpuolella.*

Tieliikenteen automaattisen kameravalvonnan lisääminen on osa kansallista älyliikenteen strategiaa. Taustalla on kameravalvonnan kustannustehokkuus valvontatyössä, poliisin resurssien vähyys, kuntien halu parantaa liikenneturvallisuutta ja poliisin toimistotyön hitaus. Nämä tekijät puoltavat myös automaattista rekisterikilpien tunnistusta manuaalisen työn sijaan. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2009) Poliisin liikenneturvallisuuskeskuksen johtajan haastattelussa ilmeni, että resurssien vähyys ei ole niin suuri ongelma kuin yleensä on annettu ymmärtää. Resurssien vähyys näkyy lähinnä siinä, että joukkoliikennekaistojen ka-

meravalvontaa ei ole priorisoitu niin korkealle poliisin liikennevalvonnassa kuin liikenneturvallisuuden vaikuttavaa valvontatyötä. (Pasterstein 2014)

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisussa ”Joukkoliikenteen nopeuttaminen keskeisenä kilpailutekijänä” joukkoliikennekaistojen väärinkäytön valvonta esitetään neljänneksi tehokkaimpana joukkoliikenteen nopeuttamistoimenpiteenä. Tehokkuudella tässä yhteydessä tarkoitetaan saatujen hyötyjen suhdetta toteuttamiskustannuksiin. Vielä tehokkaampina menetelminä esitetään liikennevaloetuedet, Jokeri-valot ja linja-autojen ovitoimintojen nopeuttaminen. (Kuukka-Ruotsalainen ym. 2007 s. 117-118)

Poliisin liikenneturvallisuuskeskukselta saadun tiedon mukaan poliisi mielellään osallistuu joukkoliikennekaistojen tekniseen valvontaan. Nykytilanteessa ongelmana on erityisesti puutteellinen infrastruktuuri, sillä kameroita on vain yksi kappale ja sekään ei ole toiminnassa. Jos kameroita olisi enemmän, poliisilla ei olisi ongelmia ottaa niitä valvontansa piiriin. Poliisin liikennevalvontatyössä pääpainopiste on kuitenkin liikenneturvallisuustyössä, joten esimerkiksi nopeusvalvontaan ja matkapuhelimen käyttöön ajon aikana kohdistetaan enemmän voimavaroja. Tämä käytännössä tarkoittaa sitä, että sujuvuushankkeisiin kuten joukkoliikennekaistojen kameravalvontaan ei välttämättä ole tulossa merkittäviä investointeja. Eräs mahdollisuus olisi se, että kamerat rakentaisi ja asentaisi kadunpitäjä, joka antaisi kamerat poliisin valvontakäyttöön. (Pasterstein 2014) Valvonnan toteuttamistapavaihtoehtoja käsitellään tarkemmin kappaleessa 3.6.

## **3.2 Automaattinen kameravalvonta**

### **3.2.1 Perusteet**

Automaattista kameravalvontaa on perinteisesti käytetty nopeusvalvonnassa, jossa nopeus-  
tutkaan on yhdistetty kamera. Kamera ottaa kuvaa vain, kun ajoneuvon liike ylittää tietyn  
rajanopeuden. Joukkoliikennekaistojen kameravalvonnassa ajoneuvoja tunnistetaan jatku-  
vasti kuvaamalla rekisterikilpiä, joiden perusteella päätellään, onko ajoneuvolle sallittu ajo  
joukkoliikennekaistalla. Sallittuja ajoneuvoja on useimmissa tilanteissa hälytysajoneuvot,  
taksit ja bussit. Kuvia kaapataan jokaisesta ajoneuvosta ja kuvat prosessoidaan yksitellen.  
Tekniikka automaattivalvontaan on olemassa, ja se on ollut tuotantokäytössä jo ainakin  
vuodesta 1997 asti Birminghamissa Iso-Britanniassa (Wiggins 1998).

Kameravalvonta voidaan järjestää joko paikalle asennetulla kameratolpalla, liikkuvalla ka-  
meralla esimerkiksi sopivaan paikkaan pysäköidystä ajoneuvosta tai liikennevirran mukana  
ajavalla tarkkailuajoneuvolla. Tarkkailuajoneuvona voi toimia myös joukkoliikenneväline  
(Wiggins 1998, Troy 2004). Käytettäessä liikkuvaa tarkkailuajoneuvoa joukkoliikennekais-  
tan käytön valvontaan tulee olla varma siitä, että ajoneuvo kuvaa bussikaistalla liikkuvaa  
autoa. Tarkkailuajoneuvo voi varmentaa sijaintinsa esimerkiksi bussikaistaan tai sen välit-



tömään läheisyyteen asetetuilla RFID- tai vastaavilla tunnisteilla, jotka viestivät radiotaajuisesti ajoneuville sen sijaitsevan joukkoliikennekaistalla. (Wiggins 1998)

Kameravalvonta edellyttää aina poliisin osallistumista. Poliisi hoitaa kuvauksen ja sakkojen sekä huomautusten kirjoittamisen. Sakkojen postituksen salliminen vuonna 2006 on vähentänyt poliisin työtaakkaa automaattivalvonnassa. (Kuukka-Ruotsalainen ym. 2007, s. 24) Toimintaa voidaan edelleen sujuvoittaa mahdollistamalla hallinnollisten sanktioiden määrääminen joukkoliikennekaistojen väärinkäytöstä. Hallinnollisia sanktioita käsitellään enemmän kappaleessa 3.5.2.

### **3.2.2 Rekisterikilpien automaattinen tunnistaminen**

Rekisterikilvet voidaan tunnistaa joko automaattisesti tai manuaalisesti, jolloin kuva välitetään henkilölle, joka lukee kuvasta rekisteritunnuksen. Automaattitunnistuksessa rekisterikilvet tunnistetaan kameran kuvasta kuvanlukutekniikoilla. Tunnistus tehdään joko erillisellä prosessointiyksiköllä erillään kamerasta tai kameralla, jos kamerassa on tietojenkäsittelykapasiteettia tunnistuksen suorittamiseksi (Quercus Technologies 2006, Wiggins 1998).

Rekisterikilpien automaattitunnistus käyttää OCR-menetelmiä (optinen kirjaintunnistus) rekisteritunnuksen tunnistamiseksi. Ensin laitteiston tulee havaita ajoneuvon saapuminen liikennevirrassa. Ajoneuvon havaitseminen voidaan yleisimmissä tapauksissa toteuttaa kaistalle upotetulla induktiosilmukalla, joka havaitsee ylittävän ajoneuvon aiheuttaman sähkömagneettisen kentän muutoksen. Jos ajorataan upotettu silmukka ei tule kyseeseen esimerkiksi siirrettävän kameran tapauksessa, voidaan käyttää myös infrapunatunnistinta, joka havaitsee lähestyvän ajoneuvon liikkeen tai analysoimalla jatkuvasti kameran tuottamaa videokuvaa ja tunnistamalla siitä ajoneuvoja. (Quercus Technologies 2006, Qadri ym. 2009)

Tämän jälkeen kameran tulee ottaa kuva ajoneuvosta, josta etsitään rekisterikilpi. Kuva voidaan ottaa joko kuvakaappauksena videokuvasta tai yksittäisenä erillisenä valokuvana. Videokuvasta otetut kuvakaappaukset tulee ajoittaa oikein, jotta kuva otetaan sillä hetkellä kuin rekisterikilpi on alueella, jolta kamera saa tarkkoja kuvia.

Otetusta kuvasta etsitään rekisterikilpi. Rekisterikilven voi tunnistaa sen visuaalisten ominaisuuksien, kuten värin, perusteella. Myös tietyn muotoisen kappaleen etsiminen kuvasta tietyltä alueelta auttaa rekisterikilven löytämisessä. Kuvasta etsitään pikselialue, joka vastaa muotokriteerejä. Muut mahdollisesti tunnistettavat pienemmät alueet leikataan kuvasta pois, tunnistettu isoin pikselialue rajataan käyttöön ja käsitellään sitä. Tämän jälkeen jatketaan isoimman alueen, eli todennäköisen rekisterikilven, kuvan prosessointia. (Qadri ym. 2009)

Varsinainen OCR-tunnistaminen tehdään tälle rajatulle alueelle. Kuvasta tehdään mustavalkoinen ilman harmaasävyjä kuvan kontrastin ja siten luettavuuden parantamiseksi. Eräs mahdollisuus on käyttää mustia pikseleitä kilven taustalle ja valkoista kilven merkeille. Kuvasta etsitään rivit pysty- ja vaakasuunnassa, joilla on vain mustia pikseleitä. Nämä mustat rivit rajaavat merkit, joille itse tunnistaminen suoritetaan. Tunnistaminen suoritetaan vertaamalla kuvasta leikattua merkkiä tietokantaan, jossa on kaikki rekisterikilvessä esiintyvät merkit. Näin yksittäisten kuvasta leikattujen merkkien perusteella saadaan ajoneuvon rekisteritunnus selville. (Qadri ym. 2009)

Saatua rekisteritunnusta verrataan tietokantaan rekisterikilvistä. Tietokannassa tulee olla eriteltyä se, saako ajoneuvo ajaa bussikaistaa. Eräs käyttökelpoinen tietokanta mahdollisen kameravalvonnan taustajärjestelmän yhteyteen on Liikenteen turvallisuusviraston ylläpitämä ajoneuvoliikennerekisteri (Vanhanen 2014). Ajoneuvoliikennerekisterissä on eriteltyä ajoneuvoluokkaa, jonka perusteella voidaan tunnistaa linja-autot, pakettiautot ja kuorma-autot liikennevirrasta. Jos ajoneuvo on luokkaa M2 tai M3, kyseessä on linja-auto. Pakettiautot ja kuorma-autot kuuluvat luokkiin N1, N2 ja N3. Takseista tulee pitää erillistä listausta. Tämä luokitus ei pidä sisällään hälytysajoneuvoja, mutta niiden määrä liikennevirrassa voidaan olettaa siinä määrin vähäiseksi, että niiden aiheuttamat virhetunnistukset eivät lisää manuaalista työmäärää kohtuuttomasti.

Jos ajoneuvoliikennerekisteriä tai vastaavaa tietokantaa ei voida tai haluta käyttää tunnistuksen apuna, voidaan hyödyntää myös paikallista ”valkoista listaa” sallituista ajoneuvoista. Tällä listalla tulee ylläpitää tietoja sallituista ajoneuvoista, jonka avulla järjestelmä päättää jatkotoimenpiteistä. (Wiggins 1998) Muun muassa Helsingin joukkoliikennekaistojen kameravalvontapilotti käytti tätä menetelmää. Ongelmaksi voi muodostua se, että listauksen ylläpito on haastavaa, sillä ajoneuvokalustoa uusitaan jatkuvasti. (HSL 2011b) Teorias-  
sa järjestelmässä tulee olla kaikki linja-autot, taksit sekä hälytysajoneuvot.

### 3.2.3 Kameralaitteisto

Rekisterikilpiä tunnistavat kamerat käyttävät ihmissilmälle näkymätöntä infrapunavaloa tai joissain sovelluksissa myös näkyvää valoa tarjoamaan käyttökelpoisen valaistuksen erilaisissa ympäristön valaistusolosuhteissa. (Quercus Technologies 2006, Eloranta 1999) Kameroina voidaan käyttää digitaalista RGB-kuvaa tuottavia kameroita, yksinkertaisimmillaan jopa edullista tietokoneen USB-väylään liitettävää kameraa. (Qadri yms. 2009) Liikenneympäristössä olevien kameroiden toimintaympäristö on kuitenkin sen verran vaativa, ettei edullisimpien kameraratkaisujen toiminta välttämättä ole tyydyttävää. Erityisesti huonoissa sääolosuhteissa ja hämärässä kameran hyvä erottelu ja herkkyys myös nopealla suljinajalla ovat tärkeitä, jotta myös nopeasti ajavien ajoneuvojen mahdollisesti likaiset rekisterikilvet saadaan kuvattua ja tunnistettua riittävän luotettavasti.

Helsingin kameravalvontapilotissa käytettiin infrapunasalamalla varustettuja digitaalika-  
meroita, jotka olivat mobiiliverkon välityksellä yhteydessä poliisin järjestelmiin. Laitteis-  
tossa oli kaksi kameraa, joista ensimmäinen suoritti alustavan tunnistuksen ja toisella ka-  
meralla otettiin sakotuksessa käytettävä kasvokuva. Valvontalaitteiston toimitti Ahortech  
Oy. (Vanhanen 2010) Kameravalvonnan kustannuksia voidaan vähentää käyttämällä liiku-  
teltavaa kamerayksikköä, jota siirretään valvontapistestä toiseen. Suomessa liikuteltavia  
kamerayksiköitä käytetään nopeusvalvontakameroissa (Pasterstein 2014).

Kameralaitteiston vaatimat hyväksymiskäytännöt saattavat olla ongelmana kameroiden  
käytölle. Kameroiden ottamat kuvat eivät missään tapauksessa saa vääristyä siten, että re-  
kisteritunnus tunnistetaan väärin. Vain varmasti vääristymätöntä kuvamateriaalia voidaan  
käyttää joukkoliikennekaistasäädösten rikkojan tuomitsemiseen. (Troy 2004)

### **3.2.4 Kuvausalueen valaistus**

Katuympäristössä näkyvää valoa käyttävä salama ei ole hyvä ratkaisu joukkoliikennekais-  
tan kameravalvonnan yhteydessä, sillä jokainen joukkoliikennekaistaa ajava ajoneuvo ku-  
vataan ainakin kerran. Näin syntyvä jatkuva salaman välähtely on häiritsevää ja mahdolli-  
sesti vaarallista. Joukkoliikennekaistan kameravalvonnassa tuleekin käyttää jotain muuta  
menetelmää valaistukseen, kuten infrapunasalamaa.

Kameravalvontapilotissa kuvan laatu erityisesti hämärässä osoittautui liian huonoksi mo-  
nissa tilanteissa. Eräs syy huonoon kuvanlaatuun oli liian heikkotehoinen infrapunasalama  
(Pasterstein 2014). Tulevissa asennuksissa tulisikin erityisesti panostaa kamerajärjestelmän  
laatuun, jotta tämän tyyppisiltä ongelmilta voitaisiin välttyä.

### **3.2.5 Rekisterikilpitunnistuksen haasteet**

Rekisterikilpitunnistuksessa tunnistusasteen tulee olla hyvä, jotta kaistojen väärinkäyttäjät  
saadaan havaittua liikennevirrasta luotettavasti. (Eloranta 1999) Huono tunnistusaste tar-  
koittaa tienkäyttäjien eriarvoista kohtelua, mikä on juridisessa mielessä ongelmallista. Hy-  
vän tunnistusasteen saavuttaminen vaatii laadukkaan kameralaitteiston lisäksi myös hyvää  
rekisterikilpien tunnistusohjelmistoa, joka tuntee paikalliset erityispiirteet.

Rekisterikilvissä tulee voida tunnistaa paitsi normaalit kolmesta kirjaimesta ja kolmesta  
numerosta koostuvat kilvet, myös erikoisemmat kilpityypit. Esimerkiksi kolmesta kirjai-  
mesta ja kahdesta numerosta käytettävää kilpeä tavataan usein ajoneuvoissa, joiden rekiste-  
rikilvelle varattu tila ei ole mitoitettu riittävän isoksi tavalliselle kilvelle. Vanhempien ajo-  
neuvojen ja museoautojen mustapohjaiset kilvet tulee myös voida tunnistaa. Siirto- ja koe-  
kilpiä on myös käytössä. Siirtokilvelle sallittuja asennuspaikkoja tavanomaisen ajoneuvon  
etu- ja takaosan lisäksi on myös tuuli- ja takalasin yläkulma, joka tulee huomioida tunnistam-  
isessa.

Ulkomaiset rekisterikilvet tulee voida tunnistaa liikennevirrasta siten, ettei niitä sekoita kotimaisten rekisterikilpien tai muiden maiden rekisterikilpien kanssa. (Vanhanen 2014) Suomessa tämä on erityinen haaste, sillä liikennevirrassa kohtalaisen usein esiintyvät Liettuan ja Ruotsin rekisterikilvet ovat hyvin yhtenevän näköisiä. Pelkkään vasemman reunan maatunnukseen tunnistamista ei voida perustaa, sillä vanhemmissa rekisterikilvissä tätä tunnusta ei ole. Myös suomalainen rekisterikilpi (kuva 9) voidaan sekoittaa näihin, sillä värit ja merkkien lukumäärät ovat yhtenevät. Esimerkinomaiset ulkomaiset rekisterikilvet ovat esitettyinä kuvissa 10 ja 11.



*Kuva 9 Suomalainen vanhempi rekisterikilpi ilman vasemman reunan maatunnusta*



*Kuva 10 Ruotsalainen rekisterikilpi 1990-luvun lopulta*



*Kuva 11 Liettualainen rekisterikilpi*

### 3.3 Tietoinfrastruktuuri

Liikennettä valvova kamera vaatii toimiakseen jatkuvan sähkönsyötön sekä datayhteyden, jos käytetään erillistä prosessointiyksikköä tai halutaan saada rekisterikilpitiedot kameralta ilman käyntiä kameran luona. Jatkuva sähkönsyöttö ajoradan varrelle asennetulle kiinteälle kameralle saattaa aiheuttaa merkittäviä rakentamistoimenpiteitä, sillä tie- ja katualueella on usein vain pimeään aikaan käytössä oleva katuvalosähkö helposti saatavissa ja jatkuvan sähkönsyötön tulee rakentaa katuvalosähkökeskukselta asti. Maanrakennustoiminnan korkeiden kustannusten takia suositeltavaa on yhdistää kameroiden asentaminen muihin katu- tai tiealueen rakentamistoimenpiteisiin, kuten esimerkiksi pysäkkien parantamiseen. Liikku-  
kuvan tarkkailuajoneuvokaluston yhteydessä sähkönsyöttö ei tuota ongelmia, sillä laitteis-  
ton virransyöttö voidaan järjestää ajoneuvon sähköjärjestelmästä tasavirtamuuntajalla (Wiggins 1998).

Datayhteydelle olennaisia vaatimuksia ovat luotettavuus sekä tietoturvallisuus. Yleisesti saatavilla olevia verkkoratkaisuja ovat Ethernet-yhteys, xDSL-ratkaisut, kuten ADSL ja mobiilidataverkon käyttö. Helsingin kameravalvontapilotissa käytettiin langatonta yhteyttä (HSL 2011b, Pasterstein 2014), josta on hyvät kokemukset myös nopeusvalvontakameroi-  
den osalta (Pasterstein 2014). Liikkuvan tarkkailukaluston yhteydessä voidaan tiedot tal-  
lentaa ajoneuvon tietokoneeseen ja purkaa varikolla esimerkiksi langattoman lähiverkon  
avulla (Wiggins 1998). Menetelmä mahdollistaa edulliset kustannukset, sillä langaton lähi-  
verkko ei vaadi omaa internet-liittymää tai maanrakennustöitä. Sopiva verkkoratkaisu tulee  
ratkaista tapauskohtaisesti arvioiden eri vaihtoehtojen kustannustehokkuutta, luotettavuutta  
ja saatavuutta.

Kameravalvontajärjestelmän taustajärjestelmällä tulee olla yhteys tietokantaan, jossa eritel-  
lään sallitut ja kielletyt rekisteritunnukset. (Pasterstein 2014) Tiedon reaaliaikaisuus on tär-  
keää, jotta virhetunnistuksia ei satu esimerkiksi ajoneuvon muutostarkastuksen jälkeen,  
milloin ajoneuvoluokka muuttuu henkilöautosta pakettiautoksi. Ulkomaiset rekisteritun-  
nukset tulee erottaa tulevasta kuvavirrasta, ja ne tulee käsitellä manuaalisesti, jos lähival-  
tioiden ajoneuvorekisteriin ei saada suoraa pääsyä.

### 3.4 Vaikutukset

Wigginsin mukaan automaattinen kameravalvonta pystyi laskemaan joukkoliikennekaistan  
väärinkäyttöä 60 % Birminghamissa vuonna 1997 järjestetyssä kokeessa. Linja-autojen  
matka-ajan keskiarvo laski peräti 32 %. (Wiggins 1998) Tuloksiin tulee kuitenkin suhtau-  
tua tietyllä varauksella, sillä käytössä oli myös digitaalinen taulu, joka näytti väärin ajavan  
ajoneuvon rekisteritunnuksen ja huomautti asiasta. Tämä ratkaisu parantaa selvästi valvon-  
nan näkyvyyttä. Kokeilussa käytettiin yhtä linja-autoa, joka oli varustettu kameralla.

Lontoossa kiinteästi asennetut kamerat ovat osoittautuneet tehokkaiksi. (Ouede 2014) Kolme vuoden aikana linja-autokaistojen väärinkäyttäjien määrä on laskenut 16,2 autosta tunnissa 5,1 autoon tunnissa. Tämä on samansuuntainen tulos kuin Birminghamissa, vähenevän prosenttiosuuden ollessa 69 %. Eräällä Lontoon bussilinjalla linjan nopeus kasvoi 13 % kokeilun aikana. Muilla kaistoilla kuin bussikaistoilla liikennevirran nopeus laski vain 0,1 %. (Troy 2004 s. 208) Linja-autokaistalla olevien bussien nopeus kasvoi kokeilussa 28 % (Bäckström ym. 2012 s. 36)

Runeberginkadun ja Mannerheimintien liittymän kamera asennettiin lokakuussa 2010. Elokuun 2010 ja syyskuun 2011 välillä henkilöautojen lukumäärä linja-autokaistalla väheni 9:00 - 9:59 välillä noin 50 autosta noin 35 autoon ja keskellä päivää 13:00 - 13:49 noin 60 autosta noin 30 autoon. Suurin joukkoliikennekaistan väärinkäyttäjien määrä kamerasäätöalueen asennuksen jälkeen kyseisellä paikalla ajoittuu kello 9:00 - 9:59 välille. (HSL 2011b, liite ”Esittelykuvasarja”)

Joukkoliikenteen kameravalvonnan vaikuttavuus on voimakkaimmillaan juuri kamerasäätöalueen kohdalla. Kun autoilijat oppivat muistamaan kamerasäätöalueen sijainnin, saattaa syntyä kaistalta toiselle vaihtamista ennen kamerasäätöaluetta ja heti sen jälkeen, joka saattaa aiheuttaa liikenteelle ongelmia. (Roitto ym. 2014) Ylimääräinen kaistan vaihtaminen aiheuttaa turvallisuus- ja sujuvuusongelmia sekä joukkoliikenne- että muille kaistoille.

## **3.5 Lainsäädäntö**

### **3.5.1 Säädökset**

Kamerasäätöalueen kannalta tärkeimpiä säädöksiä ovat Suomen perustuslaki, joka tulkitaan mahdollistamaan valokuvaus julkisella paikalla sekä poliisilaki, joka määrittää teknisen valvonnan poliisin tehtäväksi. Tässä työssä käsitellään vain Suomen voimassa olevaa lainsäädäntöä.

Kuka tahansa saa kuvata julkisella paikalla. Suomen perustuslain 12 §:ssä säädetään: ”Jokaisella on sananvapaus. Sananvapauteen sisältyy oikeus ilmaista, julkistaa ja vastaanottaa tietoja, mielipiteitä ja muita viestejä kenenkään ennakolta estämättä.” (Suomen perustuslaki 731/1999, 12 §) Tämän johdosta mikä tahansa organisaatio voi teoriassa kuvata joukkoliikennekaistaa. Asennettaessa kamera kiinteästi katualueelle, tarvitaan asentamiseen lupa tien- tai kadunpitäjältä, käytännössä siis paikalliselta ELY-keskukselta tai kunnalta.

Poliisilaissa säädetään lisäksi tarkemmin teknisen valvonnan edellytyksistä:

*Poliisi saa siitä ennalta ilmoitettuaan suorittaa yleisellä paikalla tai yleisellä tiellä teknistä valvontaa yleisen järjestyksen ja turvallisuuden ylläpitämiseksi, rikosten ennalta estämiseksi, rikoksesta epäillyn tunnistamiseksi sekä erityisten valvontakohteiden vartioimiseksi. (Poliisilaki 872/2011, 1 §:n 2 momentti)*

Poliisilain perusteella *jatkuva ja toistuva* poliisin suorittama valvonta vaatii sen, että poliisi ilmoittaa siitä ennalta. (Poliisilaki 872/2011, 1 §:n 1 momentti) Tieliikennelaissa liikenteen valvontatehtävät määrätään poliisille, mutta tiettyjä ajoneuvoa koskevia vaatimuksia voi valvoa myös muu liikenne- ja viestintäministeriön tehtävään määräämä virkamies. (Tieliikennelaki 267/1981, 93 § – 97 §) Tekninen valvonta, jolla pyritään estämään rikoksia tai tunnistamaan rikollisia on siis poliisin toimivallan alainen tehtävä. Kansainvälisessä tarkastelussa tämä ei ole kuitenkaan itsestäänselvyys, sillä esimerkiksi Lontoossa joukkoliikennekaistojen teknistä valvontaa suorittaa joukkoliikennettä järjestävä organisaatio (Wiggins 1998). Lisäksi Lontoossa myös sanktiot määrää ja sanktiotulot saa Transport for London (Oyede 2014).

### **3.5.2 Sanktiointi**

Nykyään joukkoliikennekaistojen tekninen valvonta on poliisin tehtävä. Poliisin liikennevalvontatyö painottuu liikenneturvallisuuteen vaikuttaviin rikkeisiin, kuten rattijuopumuksiin, puhelimen käyttöön ajon aikana sekä ylinopeuksiin. Liikenteen sujuvuuteen vaikuttava valvonta, kuten joukkoliikennekaistavalvonta on priorisoitu näiden tehtävien jälkeen. (Pasterstein 2014) Poliisin resurssit joukkoliikennekaistavalvontaan ovat siis suhteellisen vähäisiä. Kameravalvonta keskitetään turvallisuuteen vaikuttaviin kohteisiin, joten käytännössä joukkoliikennekaistan teknisen valvonnan laitteistojen hankinta jää kunnan, kadunpitäjän tai muun viranomaisen tehtäväksi. Poliisilla on kuitenkin resursseja hoitaa kameroiden ylläpitoa ja sakotusta (Pasterstein 2014). Tämä tilanne on monella tapaa ongelmallinen. Kameroiden hankinnan aiheuttamat kulut kohdistuvat eri taholle kuin sakotustulot, mikä ei motivoi hankkimaan kameroita. Sakottava organisaatio taas ei priorisoi joukkoliikenneasioita siten, että kameroiden hankinta käytännössä olisi ajankohtaista.

Suomen lainsäädäntö on rikospainotteista. Verrattain useasta väärinkäytöksestä tai sääntöjen rikkomisesta on määrätty rikosoikeudellinen sanktio. Hallinnolliset sanktiot, joita ovat

esimerkiksi pysäköintivirhemaksut ja joukkoliikenteen tarkastusmaksu, ovat lukumäärällisesti selvästi vähäisempiä kuin muissa Euroopan maissa. (Kiiski 2011, s. 12) Esimerkiksi Lontoossa linja-autokaistojen teknisen valvonnan perusteella määrättävät rangaistusmaksut (Penalty Charge Notice) määrää Transport for London. Liikenne- ja viestintäministeriössä on käynnissä tieliikennelainsäädännön uudistamishanke. On mahdollista, että joukkoliikennekaistarikkomuksista koituvat seuraamukset järjestetään jatkossa hallinnollisten sanktioiden avulla. (Kiiski 2014)

Poliisi vastaanottaa noin miljoona ilmoitusta rikoksesta vuodessa, joista noin puolet ovat automaattisessa liikennevalvonnassa määrättyjä sakkorangaistuksia. (Kiiski 2011, s. 12) Nopeuskameravalvonta nouseekin selvästi erittäin kuormittavaksi osaksi poliisien hallintoa, sillä kuvat käydään läpi manuaalisesti, ilman rekisterikilpien automaattitunnistusta. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisemassa älyliikennestrategiassa ehdotetaan, että automaattisen kameravalvonnan rikkeitä siirrettäisiin rikoslainsäädännöstä hallinnollisten sanktioiden piiriin (Pursiainen ym. 2013, s. 31). Tämä mahdollistaisi esimerkiksi kuntien, kuntayhtymien tai muiden erikseen määriteltyjen viranomaisten suorittaman sanktioinnin, joka osaltaan vähentäisi poliisin työtaakkaa. Muutos johtaisi mahdollisesti myös kamera-valvonnan pelotteen uskottavuuden kasvuun, sillä nykyään noin 600–800 rikoksen syyte-oikeus ehtii vanhentua rangaistusvaatimukseen haetun muutoksen käsittelyn aikana johtuen viranomaisten rikoskäsittelyn hitaudesta (Kiiski 2011, s. 12).

Siirtyminen hallinnolliseen sanktiointiin joukkoliikennekaistojen valvonnan väärinkäyttötapauksissa mahdollistaisi pysäköintivirhemaksua vastaavalla lainsäädännöllä virhemaksutulojen tilittämisen suoraan kunnalle, kuntayhtymälle tai muulle viranomaiselle, jotka ovat merkittävämpiä ulkoisten kustannusten maksajia joukkoliikennekaistojen väärinkäytössä. Tieliikennelainsäädännössä asiasta kuitenkin pitäisi säätää erikseen, jotta kunta voisi olla maksun määräävä ja saava viranomainen (Kiiski 2014). Asiasta on kuitenkin poliittista erimielisyyttä, sillä useat eri toimijat haluaisivat osansa maksutuloista. Tämänhetkisessä tieliikennelainsäädännön uudistushankkeessa ei aiota suunnitella nykykäytäntöön uudistuksia tältä osin. (Kiiski 2014)

### **3.5.3 Haltijavastuu**

Haltijavastuu muodostaa merkittävän kysymyksen maksujen määräämisessä. Haltijavastuulla tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, että sakko tai muu sanktio määrätään ajoneuvon omistajalle tai haltijalle rekisteritunnuksen perusteella. Suomen lainsäädännössä haltijavastuuta ei voida suoraan käyttää, sillä ajoneuvon omistajalla tai haltijalla on oikeus kiistää teko, jos hän ei ole ajoneuvon kuljettaja tekohetkellä. Sanktioiva viranomainen on velvollinen selvittämään ajoneuvon kuljettajan tekohetkellä. (Kiiski 2014). Tämä saattaa muodostua ongelmaksi muun viranomaisen kuin poliisin sanktiointitoimen yhteydessä, sillä muilla



viranomaisilla on hyvin rajalliset keinot selvittää ajoneuvon kuljettajaa pelkän kuvan perusteella.

Haltijavastuun puuttuminen ei välttämättä ole kuitenkaan este muun viranomaisen kuin poliisin toimimiselle joukkoliikennekaistaa valvovana ja sanktioita määräävänä toimivaltaisena viranomaisena, sillä vastaava rakenne on olemassa jo pysäköinninvalvonnassa. Pysäköinninvalvonta on tietyissä kunnissa, kuten pääkaupunkiseudun kaupungeissa, pääosin hallinnollisten sanktioiden piirissä.

### **3.6 Toteuttamismallit**

Ellei lainsäädäntöön saada muutoksia tai poikkeuslupamenettelyn avulla saada toimivaltaa teknisessä valvonnassa muulle viranomaiselle, tulee kameravalvonta hoitaa poliisivetoisesti. Kaikissa toteuttamismalleissa on tiettyjä hyötyjä ja haittoja, joiden tunnistaminen on avainasemassa oikean teknisen valvonnan organisointimenetelmän löytämisessä.

Perusratkaisu teknisessä valvonnassa on se, että poliisi hoitaa teknisen valvonnan kokonaan, sisältäen investoinnit, ylläpidon sekä sanktioinnin. Etuna tässä on se, että malli on normaalisti käytetty kaikessa teknisessä valvonnassa sekä nykyisen lainsäädännön mukainen. Haittana on poliisin tehtävien priorisointi, jossa joukkoliikennekaistavalvonta on vähemmän merkittävä valvontakohde kuin liikenneturvallisuusvalvonta. Käytännössä tämä malli ei aiheuttane valvonnan merkittävää lisääntymistä nykytasosta ellei poliisin politiikkaa muuteta tai poliisille budjetoida merkittävästi lisää rahoitusta tekniseen valvontaan.

Ryhmäpäällikkö Kerkko Vanhanen (2014) HSL:ltä nosti haastattelussa esille mahdollisuuden ostaa poliisilta joukkoliikennekaistan teknistä valvontaa valmiina pakettina. Valvonnan ostamisesta poliisilta ei löydy valmista ennakkotapausta. Toimintamallissa poliisi vastaisi kamerasiivouksesta ja ylläpidosta sekä sanktioinnista. Valvontaa ostava organisaatio taas maksaisi poliisille sopimuksen mukaan siitä, että poliisi hoitaa valvontaa. Etuna mallissa on se, että teknisen valvonnan hoitaa organisaatio jolla on eniten kokemusta teknisestä valvonnasta. Haittana on se, että ostavalla organisaatiolla ei ole kovin suurta motivaatiota ostaa valvontaa, sillä tulot ja menot jakautuvat mallissa hyvin epätasaisesti valvonnan ostajan ja myyjän kesken. Liikennöinnistä saavutettavat luotettavuus- ja aikakustannussäästöt eivät tämän työn yhteiskuntataloudellisen arvioinnin perusteella ole niin suuria, että ne kattaisi-

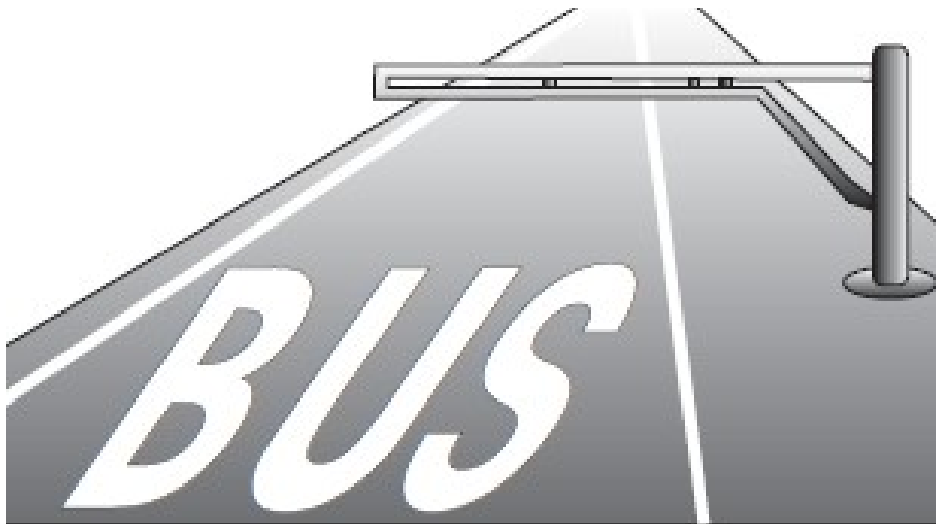
vat täysin kiistatta kameroiden hankinnan kustannukset. Lisäksi poliisin halu myydä valvontaansa palveluna ei ole selvillä.

Valvontaa voidaan jatkaa myös vuosikymmenen alun kameravalvontapilotin mallilla, jossa yksi organisaatio ostaa infrastruktuurin, laskuttaa muilta osallistuvilta organisaatioilta osan siitä ja jättää valvonnan operoinnin ja sanktioinnin poliisille. Tässä mallissa teknisen valvonnan hankinta jää organisaatiolle, jolla ei ole teknisestä valvonnasta yhtä laajoja kokemuksia kuin poliisilla, joten teknisesti kehnot hankinnat ovat mahdollisia. Lisäksi kustannukset ja tulot jakautuvat yhtä epätasaisesti kuin ryhmäpäällikkö Vanhasen esittämässä mallissa.

Vaikuttaa siis siltä, muutokset nykytilanteeseen olisivat tarpeen jotta joukkoliikennekaistojen tekniseen valvontaan olisi vahvaa toteuttamishalua. Muutoksia vaatisi joko lainsäädäntö tai poliisin resurssien priorisointi. Teknisen valvonnan suorittamisvastuun laajentaminen ja hallinnollisten maksujen käyttökohteiden lisääminen olisi kuntien tai muun lakisääteisen toimivaltaisen viranomaisen etu siinä tapauksessa, että maksutuloja ei tarvitsisi antaa poliisille. Poliisin resurssien priorisointi joukkoliikennekaistavalvontaan taas aiheuttaisi liikenneturvallisuusvalvonnan tason heikkenemistä ellei siihen syntynyttä vajetta kompensoitaisi lisärahoituksella.

### **3.7 Vaihtoehdot kameravalvonnalle**

Kameravalvonnan lisäksi joukkoliikennekaistan luvatonta käyttöä voidaan ehkäistä myös rakenteellisilla toimenpiteillä, jotka tekevät joukkoliikennekaistan mahdottomaksi käyttää sinne kuulumattomille ajoneuvotyypeille. Paikallisliikenneliitto esittää infrakortissa ”Fyysiset bussiliikenne-etuudet” puomeja ja automaattisesti bussin edestä laskeutuvia tolppia. Ratkaisut ovat esitetty kuvissa 12 ja 13. Menetelmät vaativat joukkoliikennevälineen tunnistamista toimiakseen. Myös ajoradan keskellä olevaa syvennystä voidaan hyödyntää: linja-auton leveä raideväli mahdollistaa ajamisen syvennyksen yli, kun taas kapean raidevälin henkilö- ja pakettiautot eivät pääse vaurioitta kohdan yli. Varjopuolena syvennyksillä on se, että ne vaikeuttavat tai estävät pienkalustoliikennettä. (Paikallisliikenneliitto 2008) Nämä rakenteelliset toimenpiteet ovat vaikeasti toteuttavia linja-autokaistalla, toimiakseen hyvin ne vaativat joukkoliikennekadun. Puomeja joukkoliikennekadulla on testattu Lehtikaskentiellä Espoossa, mutta niistä on sittemmin luovuttu.



*Kuva 12 Joukkoliikennekadun puomi (Paikallisliikenneliitto 2008)*



*Kuva 13 Bussin edestä laskeutuvat tolpat (Paikallisliikenneliitto 2008)*

Näitä kevyemmät infrastruktuuritoimenpiteet, kuten joukkoliikennekaistojen erottaminen tärisevällä kaistaviivalla nähdään ongelmallisena matkustusmukavuuden takia. (Roitto

ym. 2014) Monissa kaarteissa linja-auton sisäkaarten puoleiset renkaat saattavat kulkea kaistaviivan päällä, joka aiheuttaa merkittävää matkustusmukavuuden heikkenemistä. Infrastruktuuritoimenpiteitä käsitellään Helsingin seudun näkökulmasta enemmän kappaleessa 4.

Infrastruktuuritoimenpiteiden ohella voidaan myös selkeyttää tai tiukentaa joukkoliikennekaistaa koskevia säännöksiä. Nykyiset epäselvät säännökset erityisesti oikealle kääntymisestä vähemmän tulkinnanvaraisesti säädettyinä helpottaisivat joukkoliikennekaistalainsäädännön muistamista ja poliisin valvontatyötä.

Muu ajoneuvo kuin joukkoliikenneväline on sallittu varsin useissa tilanteissa joukkoliikennekaistalle. Tämä koskee erityisesti tavaraliikennettä ja oikealle kääntymistä. Erityisesti oikealle kääntyvien on havaittu aiheuttavan merkittäviä sujuvuusongelmia muun muassa tämän työn maastokäyntikohteissa. Oikealle kääntymisen aiheuttamaa haittaa voidaan vähentää kieltämällä oikealle kääntymisen liittymästä tai sallimalla oikealle kääntymisen linja-autokaistan vasemmalla puolella olevalta kaistalta (Vanhanen 2014). Molemmilla ratkaisuilla on kuitenkin selviä vaikutuksia muun liikenteen sujuvuuteen ja mahdollisesti myös turvallisuuteen, joten niiden toteutettavuutta tulee harkita tapauskohtaisesti.

Ryhmittyminen oikealle kääntyvien kaistalle on eräitä merkittävimpiä joukkoliikennekaistan välityskykyä pienentäviä tekijöitä. Oikea ryhmittymiskohta voidaan osoittaa esimerkiksi ajoratamaalauksella, jossa joukkoliikennekaista on erotettu sulkuviivalla muista kaistoista muutoin, paitsi hieman ennen liittymää. Tätä ajoratamaalausperiaatetta käytetään muun muassa Lontoossa (Oyede 2014).

Näkyvää ja toistuvaa valvontaa lisäämällä saadaan myös positiivisia vaikutuksia. Myös joukkoliikennekaistan väärinkäytöstä määrättyjen sanktioiden lukumäärästä tiedottaminen on eräs keino muistuttaa siitä, että joukkoliikennekaistan väärinkäytöllä on seuraamuksensa. (Saavola 2014) Kiinnijäämisriskin olemassaolo on ehdoton reunaehto kaistan toiminnalle.

## **4. Helsingin seudun liikennejärjestelmä**

### **4.1 Ominaispiirteet**

Helsingin seutu jakautuu liikkumisen kulkutapajakauman osalta varsin selvästi pääkaupunkiseudun kuntiin sekä muihin kuntiin. Pääkaupunkiseudulla on merkittävästi paremmat mahdollisuudet käyttää joukkoliikennettä, joten pääkaupunkiseudun asukkaiden joukkoliikennematkojen osuus kaikista matkoista on 17 prosenttiyksikköä suurempi kuin muualla seudulla. Henkilöautolla tehdään 43 % arkimatkoista, kun taas jalan tai pyörällä tehdään 32 %. Joukkoliikenteen osuus koko seudulla on 22 %. (Janhunen ym. 2011, s. 24)

Helsingin seudun joukkoliikenne perustuu metron ja lähijunien muodostamaan runkoverkoon, jota bussiyhteydet ja raitiotieliikenne täydentävät. (Janhunen ym. 2011, s. 20) Useimpiin merkittävämpiin asutuskeskittymiin on tarjolla raideliikennettä Helsingin keskustasta. Seudullisen runkoverkon tarjoavan raideliikenteen tarjonta tulee lähivuosina vielä paranemaan Länsimetron ja Kehäradan myötä.

### **4.2 Liikenneinfrastruktuurin kehittäminen**

Helsingin seudun väestönkasvu on johtanut myös liikenteen määrän kasvuun (Janhunen ym. 2011, Bäckström ym. 2012). Henkilöautoilun suhteellinen kulkutapaosuus on kasvanut ja joukkoliikenteen kulkutapaosuus on pysynyt jokseenkin ennallaan viimeisen 20 vuoden aikana. (HSL 2013) Ennusteiden mukaan nykyisen kaltainen kehitys tulee jatkumaan. (Janhunen ym. 2011, s. 90)

Liikenneinfrastruktuurin kehittämisessä lisääntyvään ajoneuvoliikenteen määrään on reagoitu erilaisilla ratkaisuilla, joilla pyritään laskemaan liikenteen ulkoisia kustannuksia. Keinot vaihtelevat turvallisuuskulmasta tehdyistä kiertoliittymä-, kavennus- ja töyssyratkaisusta joukkoliikennekaistojen rakentamiseen sekä olemassa olevien väylien tason parantamiseen (Bäckström ym. 2012). Joukkoliikenteen kannalta osa käytetyistä ratkaisuista on kuitenkin varsin huonoja: turvallisuuskulmasta tehdyt ratkaisut keskittyvät usein nopeuden laskuun tien rakenteellisilla seikoilla. Tämä johtaa matka-aikojen pitenemiseen sekä koetun matkustusmukavuuden huononemiseen tien muuttuessa mutkikkaammaksi ja epätasaisemmaksi. (Bäckström ym. 2012) Erityisesti töyssyt ja korotetut suojatiet ovat selvästi linja-autoliikennettä hankaloittavia. Lisäksi niiden hidastava vaikutus kohdistuu bus-

siliikenteeseen vielä voimakkaammin kuin muuhun ajoneuvoliikenteeseen. Paikallisliikenneliiton bussiliikenteen infrakortin numero 1 mukaan töyssyjä ei tulisi suunnitella bussiliikenteen pääreiteille ollenkaan. (Paikallisliikenneliitto 2008) Käytännössä bussiliikenteen kannalta merkittävillä reiteillä kuitenkin on töyssyjä, esimerkiksi Piispan sillalla Espoon Matinkylässä. Kyseinen, kuvassa 14 esitetty paikka on bussiliikenteen kautta hyvin merkittävä erityisesti Länsimetron liityntäliikenteen alkaessa.



*Kuva 14 Piispan silta, Espoo. Korotettu suojatie sijaitsee merkittävällä joukkoliikenneväylällä.*

Monet suuret tieinfrastruktuurihankkeet, joilla olisi potentiaalia kasvattaa joukkoliikenteen nopeutta ja luotettavuutta, kohdistuvat väylille joilla ei ole merkittävää joukkoliikennetarjontaa. Esimerkkejä kyseisen tyypisistä hankkeista ovat Kehä III:n parannus ja Hakamäentien rakentaminen. Erityisesti poikittaissuuntainen joukkoliikenne Helsingin seudulla kulkee suurimmaksi osaksi pääväylien ulkopuolisella katuverkolla, jolla turvallisuuskäytävien tehtävät liikennettä hidastavat toimenpiteet korostuvat pääväylien sijaan. Samaa ilmiötä on havaittavissa myös Turunväylän ja Turuntien suuntaisilla linjoilla, jossa Turuntien suunnitellut parannukset ovat lähinnä turvallisuuden kehittämistä kun taas Turunväylällä lisätään välityskykyä, joka mahdollistaa nopeamman liikennöinnin (Suni 2014).

Kuvaavaa liikenteen infrastruktuurihankkeille onkin erilaisten tavoitteiden ristiriitaisuus. Lähellä maankäyttöä sijaitsevilla katumaisilla pääväylillä toivotaan hiljaisia nopeuksia etenkin paikallisten asukkaiden toimesta. Hiljaiset nopeudet perustellaan usein liikenneturvallisuussyillä, mutta ne edistävät myös ympäristön viihtyisyyttä melutason laskiessa. Merkittävimmillä moottoriväylillä, kuten Helsinkiin johtavilla valtateilla, halutaan usein taas ruuhkattomuutta ja hyvin sujuvaa liikennettä. (Suni 2014)

## 4.3 Joukkoliikenteen sujuvoittaminen Helsingin seudulla

### 4.3.1 Määritelmä

Joukkoliikenteen sujuvoittamisella tarkoitetaan tässä yhteydessä toimenpiteitä, jotka pyrkivät kasvattamaan joukkoliikenteen keskimääräistä matkanopeutta. Käsite on lähellä joukkoliikenteen nopeuttamista, jonka HSL:n Joukkoliikenteen luotettavuuden kehittämisohjelma –julkaisu (HSL-julkaisu 11/2012) määrittelee seuraavasti:

*Joukkoliikenteen nopeuttamisella tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla joukkoliikenteen nopeutta voidaan kasvattaa voimassa olevien nopeusrajoitusten puitteissa. Yleensä pyrkimyksenä on joukkoliikenteen matka-aikojen lyhentäminen ja siten liikennemuodon kilpailukyvyn parantaminen. Nopeutuskeinot edistävät useimmiten myös luotettavuutta. Toisaalta, jos toimenpiteen tuottama nopeutushyöty siirretään kokonaan esimerkiksi entistä tiukemman aikataulun laatimiseen, luotettavuus ei välttämättä parane. (Bäckström ym. 2012 s. 14).*

### 4.3.2 Sujuvoittamisesta vastaavat organisaatiot

Joukkoliikenteen sujuvoittamisesta Helsingin seudulla vastaa ensi sijassa kadun- ja tienpitäjä, joka vastaa katu- ja tieverkollaan toteutettavista rakennustöistä. Kadunpitäjänä toimii kunta tai kaupunki, tienpitäjänä Helsingin seudulla toimii Uudenmaan ELY-keskus. Infrastruktuurihankkeita koordinoidaan ja suunnitellaan eri organisaatioiden yhteistyönä (Bäckström ym. 2012 s. 29). Joukkoliikenteen pienistä infrastruktuurihankkeista tehdään HSL-kunnissa joukkoliikenteen luotettavuuden kehittämisohjelma (LUOKE) –selvityksiä, joissa on kohdekortit ongelmallisista kohteista. Tähän mennessä (syksy 2014) ovat valmistuneet Espoon, Helsingin ja Vantaan LUOKE-selvitykset.

Helsingissä infrastruktuurihankkeita koordinoidaan Helsingin liikenteen yhteistyöryhmässä (LYR). Työryhmässä on mukana Helsingin kaupungin virastoista kaupunkisuunnitteluvirasto, rakennusvirasto sekä Helsingin kaupungin liikennelaitos (HKL). (Bäckström ym. 2012 s. 30)

Vantaalla ja Espoossa organisaatiot ovat pieniä ja suunnittelun aikajänne lyhyempi. Ongelmana on henkilöresurssien vähäisyys sekä määrärahojen puute, joka aiheuttaa sen, että infrastruktuurihankkeita toteutetaan lähinnä välttämättömissä kohdissa missä pahoja, liikennöintiä uhkaavia ongelmia ilmenee. Vantaan kaupungilla kehittämistoimenpiteiden toteuttamista edistää Vantaan liikennesuunnittelu sekä kadunsuunnittelu. Espoon kaupungissa toimenpiteistä vastaa tekninen ja ympäristötoimi. (Bäckström ym. 2012 s. 34) Olennainen organisaatio sujuvoittamisessa on myös tienpidosta vastaava ELY-keskus. ELY-keskuksella

ei ole vielä erillistä budjettia pienille ja keskisuurille joukkoliikennehankkeille (Bäckström ym. 2012 s. 34).

### 4.3.3 Sujuvoittaminen ja luotettavuus

Sujuvoittamisen lisäksi useimmilla sujuvoittamistoimenpiteillä saadaan myös luotettavuutta, eli laskennalliset pysäkkiaikataulut pitävät paremmin paikkansa ja laskennallisten aikojen perusteella suunnitellut vaihdot onnistuvat. (Suni 2014) Tavoitteet eivät kuitenkaan ole täysin yhdensuuntaisia, sillä joillain luotettavuustoimenpiteillä sujuvuus heikkenee, esimerkiksi vahvoilla ajantasauspysäkeillä joilla useat vuorot joutuvat odottamaan lähtöaikaa. Ajantasauspysäkin yli matkustavilla matkustajilla matka-ajat pitenevät johtuen lähtöajan odottamisesta ajantasauspysäkillä.

### 4.3.4 Infrastruktuurin sujuvoittamisen menetelmät

Tärkein joukkoliikenteen sujuvuuteen vaikuttava tekijä on muu liikenne, jonka ruuhkautuminen hidastaa joukkoliikennettä pahasti. Ongelma on yhteinen kaikelle katutasossa toimivalle joukkoliikenteelle. (Bäckström ym. 2012) Infrastruktuuriratkaisuilla ongelmaa voidaan kuitenkin helpottaa. HSL:n julkaisema joukkoliikenteen luotettavuuden kehittämisohjelma listaa seuraavia tekijöitä, joilla voidaan parantaa joukkoliikenteen käyttämän tieinfrastruktuurin laatua:

- joukkoliikennekaistat ja –kadut,
- valo-ohjauksen ohittavat kaistat liittymissä,
- liikennevaloetuuudet,
- kaistajärjestelyjen tekeminen bussiliikenteen ehdoilla; soveltuva liittymägeometria,
- hidasteiden (töyssyjen) rakentaminen siten, että bussiliikenne huomioidaan suunnittelussa<sup>3</sup>,
- ohjeiden mukainen pysäkkien toteuttaminen huomioiden paikalliset olosuhteet,
- hyvin toimivat kääntöpaikat,
- työmaiden hyvät liikennejärjestelyt (Bäckström ym. 2012, s. 28).

Joukkoliikennekaistojen valvonnan tehostaminen on noussut muun muassa Liikenne- ja viestintäministeriön tutkimuksessaan ”Joukkoliikenteen nopeuttaminen keskeisenä kilpailutekijänä” toteuttamissa kuljettajakeskusteluissa keskeisimmäksi joukkoliikenteen nopeuttamiskeinoksi ruuhkamaksujen ohella. (Kuukka-Ruotsalainen ym. 2007, s. 90) Erityisesti Helsingin kantakaupungin alueella tehokkain yksittäinen joukkoliikenteen nopeuttamiskeino on joukkoliikennekaistojen kameravalvonta. (Suni 2014) ”Joukkoliikenteen nopeuttaminen keskeisenä kilpailukykytekijänä” –tutkimus vahvistaa tätä näkemystä, sillä suurin osa kuljettajakeskusteluissa esiin nousseista ongelmista koski Helsinkiä, jossa ongelmat pai-

<sup>3</sup> Tyynyhidaste on esimerkki toimivasta ratkaisusta, sillä tyyny hidastaa pienempää ajoneuvoliikennettä mutta bussin suuri raideleveys mahdollistaa hidasteen yliajon ilman tuntuvaa tärähdystä.



nottuivat bussikaistoihin ja merkittävältä osaltaan niiden valvontaan. (Kuukka-Ruotsalainen ym. 2007 s. 91)

#### **4.3.5 Muut sujuvoittamismenetelmät**

Myös muilla kuin infrastruktuuritoimenpiteillä voidaan saavuttaa kehitystä sujuvuudessa. Siirtyminen avorahastukseen vähentää pysäkkiaikoja ja siten kokonaismatka-aikaa, kun kaikki joukkoliikennevälineet ovat nousijoiden käytettävissä. Radikaalimpi toimenpide on lopettaa kuljettajarahastus kokonaan. Laadukkaampi linja-autokalusto parantaa liikennevälineen kiihtyvyyttä ja ovien toiminta on nopeampaa: näin sekä pysäkkiajat että pysäkillä poistuminen nopeutuu. (Kuukka-Ruotsalainen ym. 2007)

Kuljettajarahastuksen loppuminen pystyy nopeuttamaan joukkoliikenteen kokonaismatka-aikaa noin 1-2 %. Vaikutus on vähäinen suhteessa muihin nopeuttamismenetelmiin, sillä muut satunnaistapahtumat pystyvät aiheuttamaan kymmenien prosenttien viivytyksiä. (Bäckström ym. 2012 s. 65)

Liikenne- ja viestintäministeriö tutki selvityksessään ovitoimintojen vaikutusta liikennevälineen pysäkkiaikaan. Tutkittavana oli 8 eri kaupunkiliikenteen linja-automallia. Nopeimmat ovitoiminnot, alle 3 sekuntia, oli Volvo B10M –alustallisella Wiima K202 –korillisella linja-autolla. Suurin ovitoimintojen aiheuttama pysäkkiviive oli peräti yli 10 sekuntia, joka mitattiin kolmesta eri autosta. Esimerkkinä selvityksessä mainittiin, että 25 pysäkin linjalla viivytykset pelkkien ovien takia on noin 3 minuuttia hidasovisella autolla verrattuna 1990-luvulla yleiseen Wiimaan. (Kuukka-Ruotsalainen ym. 2007 s. 61)

#### **4.4 Linja-autoliikenne**

Linja-autoliikenne tarjoaa runkoyhteyksiä alueilla, jotka eivät tukeudu raideliikenteeseen sekä liityntäyhteyksiä raideliikenteeseen. Lisäksi linja-autoliikenne tarjoaa yhteyksiä muun muassa aluekeskuksien välillä, paikallisiin aluekeskuksiin, koululaisille sekä poikittais-suuntaisille matkoille. Helsingin seudun liikenteen tilaamassa linja-autoliikenteessä ajettiin vuonna 2010 91,71 miljoonaa yksikkökilometriä, kun taas kaikilla kulkumuodoilla ajettiin yhteensä 123,96 miljoonaa yksikkökilometriä vuodessa. Liikennöintikorvauksia maksettiin 270,96 miljoonaa euroa vuodessa. Kaikkien kulkumuotojen liikennöintikustannukset yhteensä olivat 406,84 miljoonaa euroa vuodessa. (Jääskeläinen 2011 s. 21)

Yksikkökilometreinä lasketun suoritteen perusteella linja-autoliikenne muodostaa yli puolet HSL:n tilaamasta liikenteestä. Bussiliikenne on kuitenkin verrattain kallis joukkoliikennemuoto, jonka taloudellisia tunnuslukuja painaa muun muassa liikenneympäristön hitaus (Jääskeläinen 2011 s. 24). Yhtä nousua kohden liikennöintikorvauksia maksetaan keskimäärin 1,55 €. (Jääskeläinen 2011 s. 28)

Linja-autoliikenteen yksikkötuntikustannus on vuoden 2011 hintatasossa 35,29 euroa. (Jääskeläinen 2011 s. 28) Linja-autoinfrastruktuuriin tehtävät parannukset vähentävät siten liikennöintikustannuksia, jos niillä saavutetaan aikasäästöjä. Parannuksista saadaan paras etu, kun parannukset toteutetaan mahdollisimman vilkkaasti liikennöidylle joukkoliikenneväylälle. Jos merkittäväällä joukkoliikenneväylällä saavutetaan vaikkapa minuutin matka-ajan nopeutus aamuhuipputunnin liikenteessä ja tämä voidaan hyödyntää aikataulusuunnittelussa täysimääräisesti, saavutetaan merkittäviä etuja: esimerkiksi Kansaneläkelaitoksen pysäkin (1916) kohdalla saatava nopeutus säästäisi joka huipputunti 35,29 euroa, sillä paikalla kulkee 60 linja-autoa tunnissa jo kesäaikataulukaudella, talviaikataulukaudella vielä enemmän. Jos tähän päästään pientoimenpiteillä, kuten joukkoliikennekaistan kameravalvonnan käyttöön otolla, investoinnin takaisinmaksuaika jää varsin kohtuulliseksi.

## 4.5 Raitioliikenne

Helsingin seudun raitiotieverkko sijaitsee Helsingin kantakaupungissa, tarjoten kantakaupungin sisäisiä joukkoliikenneyhteyksiä. Raitiotielinjastossa ei ole ollut merkittäviä muutoksia viime vuosikymmeninä. Raitioliikenteen matkustajamäärä on pysynyt viimeisen 20 vuoden aikana noin 50–60 miljoonan vuotuisen matkustajan tasolla, ollen keskimäärin noin 55 miljoonaa matkustajaa vuodessa. (Räty ym. 2014) Raitioliikenteessä tehdään muita kulkumuotoja lyhyempiä matkoja. Matkan keskipituus on vain 2,19 kilometriä, ollen vajaa kolmannes bussiliikennematkan keskipituudesta. (Jääskeläinen 2011 s. 27) Yhdestä raitiovaunuun noususta maksetaan liikennöintikorvauksia keskimäärin 0,86 euroa, mutta lyhyen matkan takia matkustajakilometrin hinta on liki kaksinkertainen bussiliikenteen kilometriin verrattuna. (Jääskeläinen 2011 s. 28)

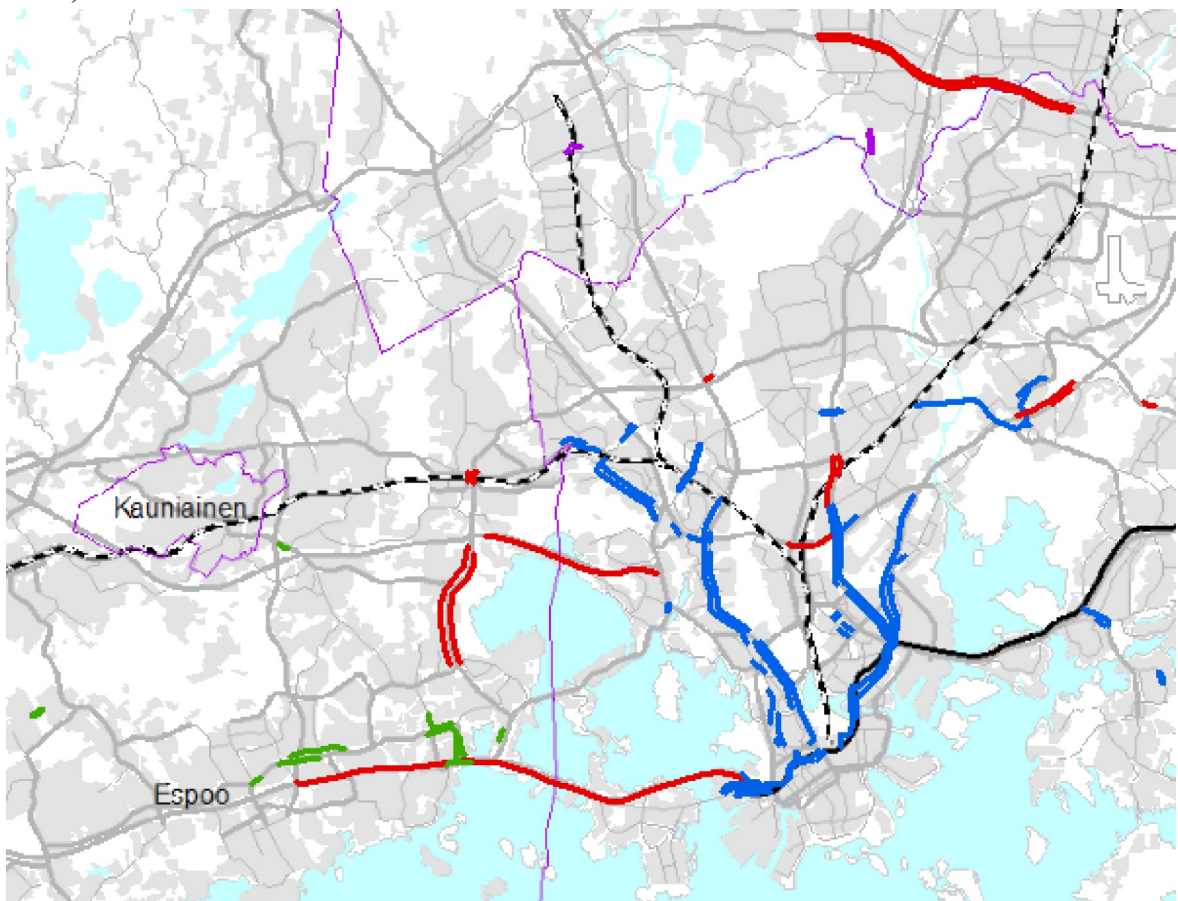
Helsingin raitioliikenteen keskinopeus on talviaikataulukauden 2013-2014 tietojen perusteella 14,7 km/h. Keskinopeus on eurooppalaiseen tasoon verrattuna varsin matala. Syynä ovat ratainfrastruktuurin tarjoamat puitteet sekä käytössä olevat liikennevaloetudet, joiden puutteet aiheuttavat tiheää pysähtymistarvetta myös pysäkkialueiden ulkopuolella. Pysäkkien ylikuormittuminen ja raitiovaunukaistojen puutteet vaikuttavat myös keskinopeutta laskevasti. Raitiovaunujen kiskot eivät usein ole erotettuna muusta liikenteestä, joten muun liikenteen aiheuttamat häiriöt ovat merkittävä luotettavuutta ja nopeutta laskeva tekijä. (Räty ym. 2014)

Raitiovaunukaistojen väärinkäyttöä tapahtuu suhteessa harvemmin kuin linja-autoilla, sillä useat raitiovaunukaistat ovat fyysisellä esteellä – esimerkiksi korkeammalla tasauksella – eriytetty muista kaistoista. Lisäksi raitiovaunukaistoilla saattaa olla erilainen pinnoitus, kuten nupukivi, joka luo visuaalista eroa muihin kaistoihin ja tekee ajon kumipyöräliikenteellä erittäin epämukavaksi.

Raitioliikenteen yksikkötuntikustannus on 44,59 €. (Jääskeläinen 2011) Raitioliikennettä nopeuttavilla pientoimenpiteillä saavutetaan hieman suurempaa kustannussäästöä kuin linja-autoliikenteen puolella korkeammasta yksikkötuntikustannuksesta johtuen. Onkin tärkeää löytää raitiovaunuverkolta kohtuuttomasti hidastavat kohteet, jotta liikennettä saadaan nopeutettua ja kustannuksia säästettyä.

#### 4.6 Helsingin seudun joukkoliikennekaistat

Helsingin seudulla merkittävä osa joukkoliikennekaistoista sijaitsee Helsingin niemellä sijoittuen lähinnä säteittäisille Helsingin ydinkeskustan sisääntuloväylille. Lisäksi etenkin valtion teillä on myös kehämäisiä joukkoliikennekaistoja, esimerkiksi Kehä I:n kaistat Tapiolan ja Leppävaaran välillä Espoossa sekä Kehä III:n kaistat Vantaalla. Katuverkkojen joukkoliikennekaistat kantakaupungin ulkopuolella keskittyvät lähinnä yksittäisiin ongelma-kohtiin. Kuvassa 15 on esitetty Helsingin seudulla olevat joukkoliikennekaistat ja -kadut. Kuvassa ei ole mukana eritasoliittymien bussiramppeja tai sellaisia ryhmittymiskaistoja, missä bussi saa ajaa suoraan pysäkillä oikealle kääntyvien kaistalta (Bäckström ym. 2012).



*Kuva 15 Helsingin seudun joukkoliikennekaistat ja -kadut. Sinisellä Helsingin katuverkolla olevat joukkoliikennekaistat ja -kadut, vihreällä Espoon katuverkolla olevat joukkoliikennekaistat ja -kadut, violetilla Vantaan katuverkolla olevat joukkoliikennekaistat ja -kadut*

*ja punaisella valtion teillä olevat joukkoliikennekaistat. Kuvan © HSL, taustakartan © Helsingin kaupunkimittausosasto, alueen kunnat ja HSY, 2012 / Karttakeskus.*

#### **4.7 Helsingin seudun joukkoliikennekadut**

Joukkoliikennekadut ovat joukkoliikennekaistoja raskaampi infrastruktuuritoimenpide, jossa muu ajoneuvoliikenne on kokonaan kielletty kadulta. Jalankulku ja pyöräily voidaan mahdollistaa, jos niille on edellytyksiä. Helsingin seudun joukkoliikennekadut on esitetty joukkoliikennekaistojen ohella kuvassa 15.

Helsingin seudulla kokonaan busseille varattuja joukkoliikennekatuja on kolmessa eri kaupungissa. Helsingissä on Kampin terminaaliin ajo (Salomonkatu), jonka tunneli rakennettiin 1970-luvulla. Vantaan Tammistossa on 1-kaistainen valo-ohjattu Tilkuntie, joka tarjoaa linjastosuunnittelullisia etuja yhdistäessään kaksi asuinalueita toisiinsa. Espoon Latokas- kessa on aiemmin porteilla suojattu Lehtikaskentie, joka sekin yhdistää kaksi aluetta, joiden välillä ei muuten ole suoraa yhteyttä. Runkolinjan 550 reitillä on Oulunkylän ja Viikin välillä 1,5 kilometriä pitkä Maaherrantie. Lisäksi 550 käyttää Huopalahden juna-aseman alittavaa Eliel Saarisen tie -joukkoliikennekatua, joka on noin 1 km pitkä ja rakennettu osittain tunneliin. (Kuukka-Ruotsalainen ym. 2007 s. 44-46)

## **5. Menetelmät**

### **5.1 Tutkimuksen luonne**

Tutkimus jakautui empiiriseen ja kirjalliseen osaan. Kirjallinen osa on esitetty kappaleissa 2-4. Empiiriseen osaan kuului asiantuntijahaastattelut ja maastokäynnit. Lisäksi tehtiin yhteiskuntataloudellinen arviointi kirjallisuustietojen ja maastokäyntien havaintojen pohjalta. Yhteiskuntataloudellista arviota käytetään työssä sen arviointiin, että onko joukkoliikennekaistojen kameravalvontainfrastruktuurin rakentaminen ja operointi taloudellisesti perusteltua.

### **5.2 Asiantuntijahaastattelut**

Tutkimuksen kirjallisen osan tietoja vahvistettiin ja tarkennettiin asiantuntijahaastatteluilla. Asiantuntijat haastateltiin tapaamisilla ja sähköpostihaastatteluilla. Tapaamiset pyrittiin järjestämään Mannerheimintien joukkoliikennekaistaa valvovan kameran pilotointiin osallistuneiden organisaatioiden edustajien kanssa. Valitettavasti osaan haastattelupyynnöistä ei saatu vastausta ja osa kieltäytyi haastattelusta. Tapaamisilla käyty keskustelut nauhoitettiin. Tapaamisten haastattelumuotona käytettiin puolistrukturoitua haastattelua, jossa tarkoituksena oli saada vastaukset avainkysymyksiin sekä asiantuntijan omia näkemyksiä aihepiiristä. Sähköpostihaastatteluissa esitettiin kysymykset sähköpostiviestissä, jossa pyydettiin myös muita kommentteja aihepiiristä. Asiantuntijoille esitetyt kysymykset on kirjattu liitteeseen 1. Kysymykset luokiteltiin eri kategorioihin, ja kultakin taholta kysyttiin heitä koskeviin kategorioihin kuuluvat kysymykset. Haastatellut tahot ja haastatteluiden yksityiskohdat ovat esitetty liitteessä 2. Haastattelupyynnöt esitettiin seuraaville organisaatioille:

- Helsingin seudun liikenne,
- Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluvirasto,
- Poliisin liikenneturvallisuuskeskus,
- Linja-autoliitto,
- Taksiliitto, joka ohjasi haastattelupyynnön Helsingin Taksiautoilijat ry:lle;
- Autoliitto ja
- Transport for London.

### **5.3 Maastokäynnit**

#### **5.3.1 Kohteet**

Työssä suoritettujen asiantuntijahaastattelujen perusteella merkittävää haittaa bussiliikenteelle aiheuttavaa joukkoliikennekaistojen väärinkäyttöä tapahtuu useassa kohteessa Hel-

singin seudulla. Asiantuntijahaastatteluiissa esiin nousivat seuraavat paikat, joiden osalta arvioitiin tarvetta tehdä maastokäynti:

1. Turvesuontien ja Kehä I:n liittymä Laajalahdessa Kehää etelään päin ajettaessa,
2. Paavalin kirkon kohta Hämeentiellä etelään päin ajettaessa Jyrängöntien rampin jälkeen,
3. Koroistentien ja Mannerheimintien liittymä pohjoiseen päin ajettaessa,
4. Runeberginkadun ja Mannerheimintien liittymä etelään päin ajettaessa,
5. Kimmontien liittymä Mäkelänskadulla etelään ajettaessa,
6. Tukholmankadun ja Mannerheimintien liittymä Mannerheimintietä kaupunkiin päin ajettaessa,
7. Hermannin Rantatien ja Hämeentien liittymä etelästä Hämeentien sillalta liittymään tullessa,
8. Reijolankadun ja Mannerheimintien liittymä pohjoisen suuntaan Mannerheimintietä ajettaessa,
9. Vaakalinnuntien liittymä Mäkelänskadulla etelään ajettaessa,
10. Pohjoisen Hesperiankadun ja Mannerheimintien liittymä etelään päin ajettaessa,
11. Vihdintien ja Mannerheimintien liittymä etelään päin ajettaessa,
12. Hämeentien ja Kolmannen linjan liittymä etelään päin ajettaessa,
13. Mannerheimintien linja-autokaista Kuusitien ja Topeliuksenkadun välillä etelään päin ajettaessa,
14. Mannerheimintie Eduskuntatalon ja Eteläisen Hesperiankadun välillä pohjoiseen päin ajettaessa,
15. Hämeenlinnantien liittymän joukkoliikennekaista Kehä I:llä länteen päin ajettaessa,
16. Tuusulanväylän loppupää etelään päin ajettaessa,
17. Mannerheimintien loppupää etelään päin ajettaessa,
18. Pitkäsillan eteläpää etelään päin ajettaessa,
19. Kustaa Vaasan tie kokonaisuudessaan.

Koska kohteita tuli huomattavan paljon, työhön valittiin maastokäyntikohteiksi ne kohteet, jotka erityisesti korostuivat asiantuntijahaastatteluiissa ja osoittautuivat mielekkäiksi siltä kannalta, että työhön saadaan monipuolinen katsaus erilaisista kohteista seudulla. Työhön valitut maastokäyntikohteet ovat listauksen viisi ensimmäistä kohdetta, jotka ovat myös esitetty sinisillä numeroituna liitteen 3 kartassa. Kohteet, joille ei tehty maastokäyntejä ovat kartassa punaisilla numeroilla. Työ rajattiin koskemaan niitä kohteita, joissa väärin ajaminen on selkeästi todettavissa. Selkeä todettavuus toteutuu tapauksissa, joissa voidaan

tutkia ajaako ajoneuvo joukkoliikennekaistaa liittymän yli kääntymättä oikealle, joka on yksikäsitteisesti kielletty. Väärinkäyttöä tapahtuu myös muilla tavoin, kuten ajamalla joukkoliikennekaistaa liian pitkään ennen sallittua oikealle kääntymistä, mutta näiden toteaminen on huomattavasti haastavampaa ja epäluotettavampaa.

Kantakaupungin kohteissa tutkimuksen painopiste on kohti Helsingin keskustaa menevä suunta, johtuen erityisesti siitä, että aamuruuhka jakautuu lyhyemmälle ajalle kuin iltapäiväruuhka, joten aamuruuhkassa ajoneuvotiheys on usein suurempi kuin iltapäiväruuhkassa. (Haataja 2007) Työn aikana tehdyt havainnot tukivat tätä teoriaa.

### **5.3.2 Toteutus**

Maastokäynnit toteutettiin videokuvaamalla liikennevirtaa arkipäivänä lokakuussa 2014 8.00-9.00 ja 16.00-17.00. Jokaisen kohteen aamu- ja iltapäivän kuvaus suoritettiin samana päivänä. Maastokäynneillä mukana oli keltaisella huomiovilkulla varustettu henkilöauto ja järjestelmäkamera jalustoineen. Tyypillinen tutkimuksessa käytetty varustus esitetty kuvassa 16. Tutkimuksen suorittaja oli pukeutunut huomioväritettyyn takkiin. Kuvauksen aikana liittymän yli ajaneet ajoneuvot, jolla ei lain mukaista oikeutta ajaa bussikaistaa, kirjattiin ylös. Väärin ajaneista ajoneuvoista eriteltiin kuorma- ja pakettiautot sekä henkilöautot erilleen. Lisäksi kirjattiin ylös tilanteet, joissa linja-auto joutui odottamaan ylimääräisen valokierron johtuen joukkoliikennekaistan väärinkäytöstä. Tulokset kirjattiin ylös liitteen 4 mukaiseen lomakkeeseen.



*Kuva 16 Maastotutkimuksessa liikennettä seurattiin linja-autokaistan vierestä liittymän jälkeen.*

## 5.4 Yhteiskuntataloudellinen arviointi

### 5.4.1 Perusteet

Yhteiskuntataloudellisessa arvioinnissa arvioidaan hankkeen hyötyjä ja kustannuksia. Maastokäyntikohteisiin tehdyissä toimenpidesuosituksissa on arvioitu hankkeen yhteiskuntataloudellista kannattavuutta eri lähteistä selvitettyjen taloudellisten tunnuslukujen perusteella. Yhteiskuntataloudellisen arvioinnin käytetyt lähtöarvot ovat esitetty taulukossa 2. Kustannuksissa ilmenneissä ristiriitatapauksissa lukuarvoina käytetään HSL:n julkaisuissa esiintyviä arvoja. Yhteiskuntataloudelliselle arviolle tehtiin vielä herkkyystarkastelu, jonka perusteella tutkittiin eri tekijöiden vaikutusta koko hankkeen kannattavuuteen.

*Taulukko 2 Yhteiskuntataloudellisen arvioinnin lähtötiedot*

<i>Muuttuja</i>	<i>Arvo</i>
Kameran hinta asennuksineen kaistaa kohden	20000 – 30000 €, laskelmissa käytetty arvoa 25000 € (HSL 2011a, HSL 2011b). Poliisin arvio 50000 € mahdollisine maanrakennustöineen. (Pasterstein 2014)
Kameran käyttöikä	10 vuotta (Jokela 2013, Poliisitarkastaja Heikki Ihalaisen mukaan, Pasterstein 2014)
Joukkoliikennekaistan väärinkäytön vähenemä ruuh-	42 % (HSL 2011b, liite ”ESIT-



ka-aikaan 1. vuoden jälkeen	TELYKUVASARJA”)
Käyttökustannukset yhdeltä vuodelta, sisältäen sakkojen käsittelyn työvoimakustannukset ja tietojärjestelmäkustannukset	75000 €, lähteessä ensimmäisen vuoden kustannuksina, oletettu olevan samat muinakin vuosina. Ei ota huomioon kameran hintaa asennuksineen. (HSL 2011b) 55000 € (Pasterstein 2014)
Yhden viranomaisen käsittelemien sakkojen määrä päivässä	Korkeintaan 70 kappaletta (HSL 2011b). 100 – 150 kappaletta (Pasterstein 2014).
Linja-auton yksikkötuntikustannus	35,29 € (Jääskeläinen 2011)
Raitiovaunun yksikkötuntikustannus	44,59 € (Jääskeläinen 2011)
Matkustajan ajan arvo (yksi tunti)	7,75 (Tervonen ym. 2010 s.32)
Linja-auton kuormitus <sup>4</sup> (keskimäärin, henkilöä)	11 (LVM 2009)
Raitiovaunun kuormitus <sup>5</sup> (keskimäärin, henkilöä)	26 (LVM 2009)

Tapauksissa, joissa joukkoliikenneväline ei päässyt valoista läpi vihreällä väärinkäytön takia, laskettiin viivytykseksi valojen ei-vihreä vaihe. Vihreäksi vaiheeksi laskettiin tehollinen vihreä, eli vihreän alusta keltaisen valovaiheen puoliväliin oleva aika. Liikennevalojen ajoitustietona käytettiin ensisijaisesti Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston liikenneteknikko Ojalan (2014) toimittamia tietoja valojen ajoituksista. Tapauksissa, joissa joukkoliikenne-etuudet vaikuttavat ajoituksiin, käytettiin Ojalan (2014) toimittamia mittaustuloksia esimerkinomaisilta arkipäiviltä. Kehä I:n kohteesta ei ollut saatavissa tarkempia tietoja, joten kyseisen liittymän osalta käytettiin tutkimuspäivänä tehtyjä omia mittaustuloksia. Muiden liittymien osalta verrattiin maastokäynneillä mitattuja tuloksia Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston käyttämiin arvoihin, minkä tavoitteena oli varmentaa saatujen arvojen luotettavuus.

Yhteiskuntataloudellisen arvioinnin laskennassa käytettiin liitteessä 5 esitettyä laskentataulukkoa. Liitteen taulukko täytettiin jokaisesta maastokäyntikohteesta. Laskentataulukko diskonttaa tulevat hyödyt ja haitat laskentajakson ensimmäiseen vuoteen 5 % korolla kaavan 2 mukaisesti jokaiselta vuodelta erikseen, siten että kaavassa x on tutkittavan vuoden ja perusvuoden erotus. Taulukko määrittelee kameran kannattavaksi tai kannattamattomaksi sen perusteella, onko yhteiskuntataloudelliset kustannukset suurempia (negatiivisempia) vai pienempiä (positiivisempia) kuin nykytilanteessa. Taulukon käyttämä laskentamenetelmä on esitetty kappaleessa 5.4.2.

<sup>4</sup> Suurten kaupunkien paikallisliikenteen linja-autojen paikkojen käyttöaste 18% kerrottuna tyypillisellä bussin paikkamäärällä 60 kpl, A2-tyypin 2-akselinen linja-auto. (Lehmuskoski ym. 2012 s. 31) Myös muita arvoja on tarjottu, esimerkiksi 13 matkustajaa HSL:n hiilijalanjälkilaskurin mukaan. Tervonen ym. (2010) esittää arvoksi 15,5 matkustajaa. Voidaan kuitenkin todeta muidenkin arvojen olevan samansuuntaisia.

<sup>5</sup> HKL-Raitioliikenteen paikkojen käyttöaste 22% kerrottuna tyypillisellä paikkamäärällä 119 kpl, mikä on käytössä HKL:n välisavaunussa, mikä muodostaa merkittävän osan HKL:n käytössä olevasta kalustosta (HSL 2012 s. 31)

$$\text{Diskontattu kustannus} = \frac{1}{1,05^x} * \text{Kustannus perusvuonna} \quad (2)$$

Erikseen tarkasteltiin myös sanktiotulojen vaikutusta. Sanktiotulot ovat yhteiskuntataloudellisessa mielessä tulonsiirto, mutta niitä voidaan käyttää hankkeen rahoittamiseen. Virhemaksun suuruus tarkasteluissa on 50 euroa (HSL 2011a).

## 5.4.2 Laskentamenetelmän kuvaus

Laskentataulukon toiminta on kuvattu kaavoissa 3–5, jossa kaava 3 määrittää yhteiskuntataloudellisen voiton tai tappion muutoksen. Kaavassa  $\Delta k$  on yhteiskuntataloudellisen voiton tai tappion muutos,  $k_{as}$  on kameran asentamisen jälkeinen yhteiskuntataloudellinen voitto tai tappio ja  $k_{ilman}$  on yhteiskuntataloudellinen voitto tai tappio ilman kameraa. Funktio  $k_{as}$  on määritelty kaavassa 4 ja funktio  $k_{ilman}$  on määritetty kaavassa 5.

$$\Delta k = k_{as} - k_{ilman} \quad (3)$$

$$k_{as} = s_{tot} - H_{kamera} + (-Y_{nyt} + Y_1) * T_{vuosi} + (-Y_{nyt} + Y_{2-10}) * T_{vuosi} * 9 \quad (4)$$

$$+ (-r_{nyt} + r_1) * T_{vuosi} + (-r_{nyt} + r_{2-10}) * t_{vuosi} * 9 - H_{operointi} * e$$

$$k_{ilman} = (Y_{nyt} + r_{nyt}) * T_{vuosi} * e \quad (5)$$

Muuttuja  $T_{vuosi}$  kuvaa vuoden työpäivien määrää, eli 251 päivää ja  $e$  on kameran käyttöikä 10 vuotta.  $Y_{nyt}$  on linja-autoliikenteelle linja-autokaistan väärinkäytöstä aiheutuva yksikkötuntikustannusten kasvu nykytilanteessa.  $Y_1$  on vastaava arvo ensimmäisenä vuonna keskimäärin ja  $Y_{2-10}$  kameran viimeisenä 9 käyttövuotena. Kaavoissa 6–8 on esitetty laskennassa käytetyt kaavat  $Y$ :n arvon laskemiseen. Kaavoissa  $JLH_{aamu}$  on aamun tarkkailutunnin aikana havaittu linja-automäärä, joka joutui odottamaan ylimääräisen valokierron linja-autokaistan väärinkäytön takia. Vastaavasti  $JLH_{ilta}$  on kyseinen arvo iltapäivän tarkkailutunnilta.  $L_{punaista}$  on mitattu liikennevalokierron punaisen vaiheen pituus.  $Y$  ilman alaindeksiä on linja-auton yksikkötuntikustannus, jolle käytetään taulukon 2 mukaista arvoa 35,29€/h.  $Vo_1$  on joukko-liikennekaistan väärinkäyttäjien suhteellinen osuus 1. vuoden jälkeen, eli taulukon 2 mukaisesti  $100\% - 42\% = 58\% = 0,58$ .

$$Y_{nyt} = - \left( JLH_{aamu} * 2 + JLH_{ilta} * 3 \right) * \frac{L_{punaista}}{60 * 60} * Y \quad (6)$$

$$Y_1 = - \left( \frac{1 + Vo_1}{2} * JLH_{aamu} * 2 + \frac{1 + Vo_1}{2} * JLH_{ilta} * 3 \right) * \frac{L_{punaista}}{60 * 60} * Y \quad (7)$$

$$Y_{2-10} = - \left( Vo_1 * JLH_{aamu} * 2 + Vo_1 * JHL_{ilta} * 3 \right) * \frac{L_{punaista}}{60 * 60} * Y \quad (8)$$

Kaavoissa 3 ja 4 esitetty  $r_{\text{nyt}}$  on linja-autokaistan väärinkäytöstä aiheutuva matkustajien aikakustannusten kasvu ilman kameran asentamista.  $r_1$  on matkustajien aikakustannuksen kasvu kameran asentamista seuraavan vuoden aikana keskimäärin ja  $r_{2-10}$  on matkustajien aikakustannusten kasvu kameran viimeisenä 9 käyttövuotena. Matkustajien aikakustannusten kasvua määrittävät kaavat on esitetty kaavoissa 9–11.

$$r_{\text{nyt}} = -A * P * \left( 2 * JLH_{\text{aamu}} + 3 * JLH_{\text{ilta}} \right) * \frac{L_{\text{punaista}}}{60 * 60} \quad (9)$$

$$r_1 = -A * P * \left( \frac{1 + VO_1}{2} * 2 * JLH_{\text{aamu}} + \frac{1 + VO_1}{2} * 3 * JLH_{\text{ilta}} \right) * \frac{L_{\text{punaista}}}{60 * 60} \quad (10)$$

$$r_{2-10} = -A * P * \left( VO_1 * 2 * JLH_{\text{aamu}} + VO_1 * 3 * JLH_{\text{ilta}} \right) * \frac{L_{\text{punaista}}}{60 * 60} \quad (11)$$

Kaavoissa 8-10 esiintyvä arvo A on taulukon 2 mukainen matkustajan ajan arvo, 7,75€/h. P on oletettu matkustajamäärä linja-autossa, taulukon 2 mukaan se saa arvon 11.

Sanktiotulojen vaikutusta tutkittiin erikseen. Kohteiden kannattavuutta arvioitiin myös siitä näkökulmasta, että sanktiotuloilla rahoitetaan hanketta. Tälle laskentatavalle laskettiin myös hyöty-kustannussuhteen lukuarvot vastaavasti kuin varsinaisessa yhteiskuntataloudellisessa arviossa. Kaavassa 3 esiintyvä  $s_{\text{tot}}$  kuvaa joukkoliikennekaistojen väärinkäytöstä määrättyjen virhemaksujen rahamääräistä kertymää koko 10 vuoden käyttöiän aikana. Kaavassa 12 on esitetty, miten  $s_{\text{tot}}$  on laskettu. Kaavassa  $H_{\text{virhemaksu}}$  on määrättävä sanktio 50 €,  $A_{\text{amu}_1}$  on laskennallinen kameran asentamisen jälkeisen vuoden aamuruuhkassa väärinajaneiden ajoneuvojen määrä ja  $A_{\text{amu}_{2-10}}$  on kameran viimeisen 9 vuoden väärinajaneiden määrä yhtä päivää kohden.  $I_{\text{ta}_1}$  ja  $I_{\text{ta}_{2-10}}$  antavat vastaavat arvot iltaruuhkalle. Nämä väärin ajaneiden ajoneuvojen määrää arvioivat mallit on esitetty kaavoissa 13-16.

$$s_{\text{tot}} = \left( A_{\text{amu}_1} * T_{\text{vuosi}} + I_{\text{ta}_1} * T_{\text{vuosi}} + 9 * T_{\text{vuosi}} * \left( A_{\text{amu}_{2-10}} + I_{\text{ta}_{2-10}} \right) \right) * H_{\text{virhemaksu}} \quad (12)$$

$$A_{\text{amu}_1} = V_{\text{aamu}} * \frac{1 + VO_1}{2} * 2 \quad (13)$$

$$A_{\text{amu}_{2-10}} = V_{\text{aamu}} * VO_1 * 2 \quad (14)$$

$$I_{\text{ta}_1} = V_{\text{ilta}} * \frac{1 + VO_1}{2} * 3 \quad (15)$$

$$I_{\text{ta}_{2-10}} = V_{\text{ilta}} * VO_1 * 3 \quad (16)$$

### 5.4.3 Laskennassa tehdyt oletukset

Laskentataulukossa oletetaan, että kamerakohtaisella 75000 euron vuotuisella käyttökustannuksella saadaan kaikki sakot käsiteltyä. Kaikista ruuhkaisimmat kamerat saattavat vaatia toisen kameran sakkoja käsittelevän virkamiehen, mutta on todennäköistä että kameran antamien sakotuskehotusten määrä laskee nopeasti tasolle, jonka sakotukseen riittää yksi virkamies.

Luotettavuudessa tapahtuvien muutosten arviointi aikakustannuksina on hyvin vaikeaa. Hollantilaisen tutkimuksen mukaan yhden minuutin lasku matka-ajan hajonnassa vastaa aikakustannusmääräisesti noin yhden minuutin laskua matka-ajassa. (Hamer ym. 2005) Matka-ajan hajonnan voidaan olettaa olevan vastaava kun liikennevälineen pysäkillä saapumisaian hajonnan, olettaen että pysäkki ei ole kovin lähellä lähtöpysäkkiä. Työn yhteiskuntataloudellisessa arviossa hajontaa ei otettu arvioinnissa huomioon, sillä luotettavaksi arvioituja tuloksia ei ollut saatavilla. Todettakoon kuitenkin, että luotettavuuden paraneminen on merkittävimpiä kameravalvonnalla saavutettavia etuja. Luotettavuuden ollessa paitsi tärkeä kriteeri joukkoliikenteen koetulle laadulle, se aiheuttaa myös myöhästymisen aikakustannusten vähentymistä, jotka ovat jo vähäisinä määrinä hyvin merkittäviä joukkoliikenteen aikakustannusten lisääjiä. Kohdassa 2.4 käsitellään enemmän luotettavuutta ja luotettavuuden arvon määrittämisen ongelmia.

Tässä yhteiskuntataloudellisessa arviossa ei oteta huomioon mahdollisesti parantuneen luotettavuuden aiheuttamaa odotusajan laskua. Odotusaika laskee kun pysäkillä ei tarvitse lähteä varmuuden vuoksi niin paljon etuajassa. Lisäksi vaihtojen toimivuus paranee.

Laskennassa oletetaan, että väärinkäyttö ja erityisesti sen tuomat ongelmat keskittyvät vain arkipäivien ruuhka-ajoille. Tämä oletus taas vaikuttanee laskennallisia hyötyjä laskevasti, sillä todennäköisesti silti joitain autoja ajaa joukkoliikennekaistaa luvatta myös ruuhka-ajojen ulkopuolella siten, että joukkoliikenne häiriintyy.

Arvioinnissa tehdään oletus, että maastokäynneillä mitatut ajoneuvojen lukumäärät kuvaavat koko aamu- ja iltaruuhka-aikaa vastaavasti. HKL:n selvityksen mukaan ruuhka-aikaa on kello 7-9 ja 15-18.<sup>6</sup> (Haataja, S. 2007 s. 7) Käytännössä tämä toteutetaan arvioinnissa kertomalla tarkastelutunnin aikana havaittujen aamuruuhkan väärinajaneiden määrä kahdella ja tarkastelutunnin aikana iltaruuhkan väärinajaneiden määrä kolmella. Tällä on todennäköisesti lievä väärinkäytön laskennallista määrää lisäävä vaikutus etenkin kantakaupungissa, sillä huipputunnit ajoittuvat lähelle tarkasteluajankohtaa (Lilleberg ym. 2011).

Laskuissa on oletettu, että ongelmat keskittyvät vuoden arkipäiville, joista vähennetään arkipäiväpäivät. Vuonna 2014 näitä päiviä on 251 kappaletta. Vuosina 2014-2024 päiviä on 251-253 kappaletta. Laskelmissa on käytetty arvona pienintä arkipäivien määrää, 251 päivää vuodessa. Kameran käyttöiän ollessa 10 vuotta, saadaan tehokkaita valvontapäiviä tyypillisellä 10 vuoden kameran teknisellä käyttöiällä 2510 kappaletta.

Mannerheimintien ja Runeberginkadun kokeilussa havaittiin, että noin vuoden tutkimusjaksolla väärinkäyttö laski 42 % kyseisen paikan vilkkaimmalla tunnilla. Tässä tutkimuksessa oletetaan, että väärinkäyttö laskee lineaarisesti ensimmäisen vuoden aikana, vakiin-

---

<sup>6</sup> Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston (2011 s. 26) selvityksessä ruuhka-ajaksi määritellään 6-9 ja 15-18.

tuen sitten tälle 42 % lähtötilannetta alemmalle tasolle. Todennäköisesti muutos väärinkäytössä tapahtuu painottuen ensimmäisen vuoden alkuosaan, mutta tarkempaa matemaattista mallia käyttäytymisen muutokselle ei selvitetty tämän tutkimuksen yhteydessä.

#### 5.4.4 Herkkyystarkastelut

Koska laskennassa jouduttiin käyttämään lukuisia oletuksia, päädyttiin tekemään oletuksille herkkyystarkasteluita. Lisäksi kaikki tulokset laskettiin myös tässä herkkyystarkastelussa käytetyillä tarkasteluarvoilla. Tämä kameravalvonnalle kielteisillä oletuksilla tehty laskelma on esitetty kappaleen 7.2.1 taulukossa 9.

Ruuhka-ajan vaihtelevien määrittelyiden aiheuttaman virheen vaikutusta testattiin herkkyystarkastelulla. Herkkyystarkastelussa laskettiin kaikkien kohteiden kannattavuus myös siten, että teholliseksi valvonta-ajaksi oletettiin vain yksi tunti aamulla ja iltapäivällä, liikennemäärän ollessa maastokäynneillä havaittu. Tällä laskentatavalla sakotustulot ja joukkoliikenteelle kohdistuva haitta laskevat yli 50%, koska vuorokaudessa on vain kaksi valvontatuntia viiden sijaan.

Jos teknisistä- tai resursointisyistä vain puolet väärinkäyttäjistä onnistutaan sanktioimaan, puolittuvat sakotustulot vastaavasti. Tämä tarkastelu pohjautuu kameravalvontapilotin havaintoihin, jossa teknisistä ongelmista johtuen vain osa väärinajaneista voitiin tunnistaa luotettavasti. Tämä vaikuttaa myös väärinkäytön määrää lisäävästi ja siten liikennöinti- ja aikakustannuksia kasvattavasti, sillä valvonnan pelotevaikutus ei ole yhtä vahva (Pasterstein 2014).

Jos maastokäynneillä havaittu ajoneuvojen määrä poikkeaa todellisesta keskimääräisestä liikennemäärästä, tarkasteltiin myös tilannetta, jossa väärinajavien osuus on 30 % vähäisempi kuin maastokäynneillä havaittu. Tämän yhteydessä nähtiin myös tarpeelliseksi olettaa, että joukkoliikenteelle syntyvä haitta vähenee myös 30 %, sillä joukkoliikenteelle syntyvä haitta johtuu erityisesti juuri kaistaa väärinkäyttävien ajoneuvojen määrästä, sillä niiden tarvitsemat matkavälit aiheuttavat joukkoliikennevälineen kulkemisen liikennevirrassa väärinkäyttäjien matkavälin verran ylävirtaan. Tämä vähentää sakotustuloja, mutta samalla liikennöinti- ja aikakustannusvaikutukset laskevat noin 30%.

Oletusta, että väärinkäytön määrä laskee vain 42 % ensimmäisenä vuonna voi olla hieman pessimistinen arvio. Arvio johtunee pilotissa käytetyn kameran teknisistä ongelmista, joiden takia sakkoja ei lähetetty isolle osalle väärin ajaneista autoilijoista. (Pasterstein 2014) Tämän takia laskelmia tarkasteltiin myös oletuksella, että joukkoliikennekaistan väärinkäyttö laskee kameran ensimmäisen toimintavuoden aikana lineaarisesti 95 % lähtötilannetta matalammalle tasolle. Tämä oletus lisää valvonnan vaikuttavuutta merkittävästi, laskevien liikennöinti- ja aikakustannuksien lisäystä myös noin 95 %. Samalla kuitenkin sank-

tiotulot laskevat 95 %, mikä vaikuttaa valvontahankkeen kannattavuuteen jos sanktiotuloilla rahoitetaan valvontaa.

Kameran hinnalle saatiin myös korkeampi, 50000 euron arvio laskelmassa käytetyn 25000 euron sijaan. Kameran hinta on laskelmissa varsin vähäinen tekijä, sillä ehdottomasti suurin osa kustannuksista tulee käyttökustannuksista, ei alkuinvestoinnista.

## 6. Tulokset

### 6.1 Turvesuontien ja Kehä I:n liittymä

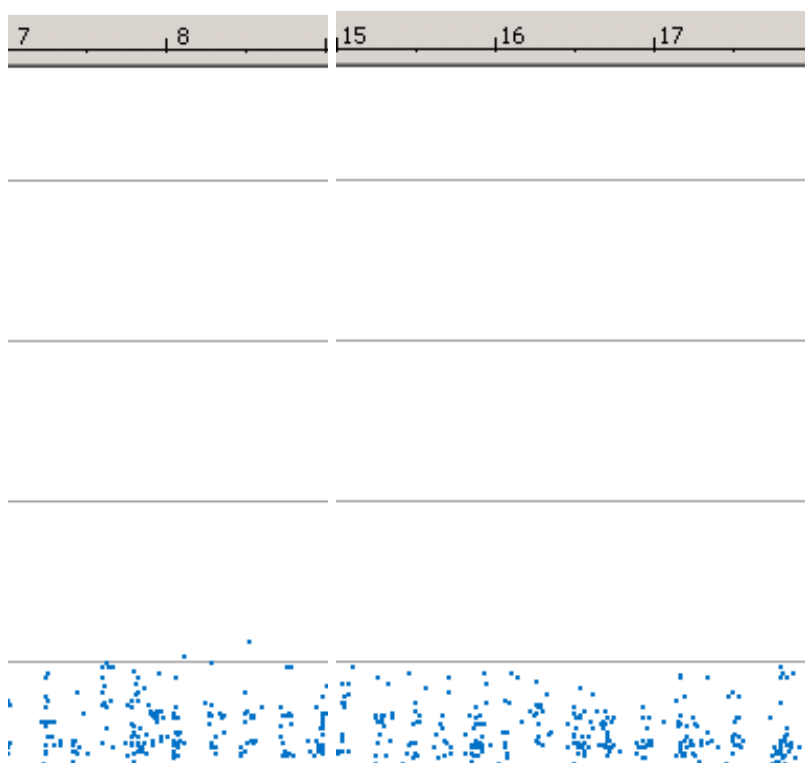
#### 6.1.1 Yleistä kohteesta

Kohde valittiin sen takia, että se edustaa erilaista liikenneympäristöä kuin muut, kantakau-punkiin sijoittuvat kohteet. Kuvassa 17 on esitetty liittymä Leppävaaran suunnasta tul-taes-sa. Liittymässä on selkeästi portaaliopastein sekä ajoratamaalauksin osoitettu, että suoraan ajaminen on sallittu vain linja-autoille ja takseille. Näistä opasteista kuitenkin vain linja-autokaistan merkki on tieliikenneasetuksen mukainen. Tutkimuksen tekopiste näkyy liitty-män takana kevyen liikenteen väylällä. Paikka on joukkoliikenteelle merkittävä, sillä sitä kautta kulkee muun muassa runkolinja 550. Myös taksiliikennettä paikassa kulkee maasto-käynnin havaintojen perusteella paljon. Paikassa menee linja-autoja vain pääsuuntaan, Kehä I:tä pitkin.



*Kuva 17 Turvesuontien liittymä Leppävaaran suunnasta tul-taes-sa*

HSL:n käyttämän HASTUS-ohjelmiston perusteella kyseisessä kohteessa linja-autojen matka-aikojen hajonta on varsin vähäistä. Melkein kaikki havainnot mahtuvat välille 20-60 sekuntia, joten suuria luotettavuusongelmia kohde ei aiheuta. Kuvassa 18 on esitetty HAS-TUS-ohjelmiston tuottama ajoaikakuvaaja, jossa vaaka-akselilla on kellonaika ja pystyak-selilla havaitut ajoajat pysäkkien E1217 ”Turvesuontie” ja E2054 ”Laajaranta” välillä.



*Kuva 18 Linja-autojen ajoajat ruuhka-aikoina Turvesuontien liittymän kohdalla Kehä I:llä. Vaakaviivat kuvaavat minutteja.*

### 6.1.2 Havainnot

Liittymässä on selkeä ruuhkasuunta. Aamulla suurin osa liikennevirrasta menee etelään ja illalla pohjoiseen. Etelän suuntaan menevää liikennettä on iltaruuhkassa varsin vähän, joten joukkoliikennekaistan väärinkäyttö ei ole kovin houkutteleva vaihtoehto.

Moni Leppävaaran suunnasta tuleva Turvesuontielle kääntyvä ajoneuvo ajoi bussikaistaa jo tullessaan mutkan takaa näkyviin tarkastelupaikalle. Näkemäetäisyys kyseisessä paikassa on noin 400 metriä.

Aamulla 13 ajoneuvoa, jolla ei ole oikeutta käyttää linja-autokaistaa, vaihtoi linja-autokaisalta pois havaittuaan, että paikassa kuvataan. Nämä vaihtoivat kaistaa ennen kuin ylittivät liittymän, joten näitä ei laskettu väärin ajaneiden kokonaismäärään. 2-3 ajoneuvoa vaihtoi tutkimuskohdan jälkeen kaistaa pois linja-autokaisalta, mutta kaksi ajoneuvoa aamuruuhkassa vaihtoi välittömästi tutkimuspisteen jälkeen kaistaa linja-autokaisalle.

Liikennemäärä oli tien välityskykyyn nähden kohtuullinen, ajoneuvojen nopeuksia merkittävästi laskevaa ruuhkautumista ei havaittu. Silmämääräisesti arvioituna mittauspiste ohi-



tettiin keskimäärin kiihtyvällä, noin 40-50 km/h nopeudella. Joukkoliikennekaistan väärinkäytöstä ei kyseisellä paikalla saa kuin korkeintaan noin kymmenen sekunnin edun matkajassa.

Ruuhka huippu oli havaittavissa noin kello 8.40. Eräänä syynä tälle on väylän merkitys Etelä-Espooseen ajaville työmatkalaisille, joiden työpäivä alkaa 9.00. Aamun ruuhka huipun valokierroissa useampi ajoneuvo rikkoi saman valokierron aikana joukkoliikennekaistäsääntöjä. Eräs tilanne on esitetty kuvassa 19. Kyseessä on tilanne, jolloin pääsuunnan liikennevalot ovat näyttäneet vihreää valoa 11 sekuntia.



*Kuva 19 Vilkkaimpia hetkiä Turvesuontien liittymässä*

Linja-autokaistan väärinkäyttöä enemmän kyseisessä paikassa haittaa Leppävaaran suunnasta tulevat oikealle Turvesuontielle kääntyvät ajoneuvot. Samaan aikaan pääsuunnan vihreän kanssa myös Turvesuontien ylittävät jalankulkuvalot näyttivät vihreää valoa, joka yhdistettynä vilkkaaseen polkupyöräliikenteeseen aiheuttaa selviä viivytyksiä joukkoliikenteelle.

Taulukossa 3 esitetään liittymään liittyvät perustiedot. Lisäksi taulukossa on mittauspäivänä havaitut liikenteelliset seikat.

*Taulukko 3 Turvesuontien ja Kehä I:n liittymän ominaisuudet*

Tutkimuspäivä	Keskiviikko, 8.10.2014
Pääsuunta	Kehä I (Hagalundintie)
Sivusuunta	Turvesuontie lännessä, Sakkolantie idässä
Syksyn keskimääräinen arkivuorokausiliikenne	45300 (Suominen ym. s. 15)

kenne 2013	
Pääsuunnan nopeusrajoitus	70 km/h
Sivusuunnan nopeusrajoitus	40 km/h Turvesuontiellä, 50 km/h Sakkolantiellä
Aikataulunmukaisen HSL-liikenteen linja-autojen määrä tutkimuskohteessa 8.00-9.00	22 kpl Turvesuontien pysäkin E1217 talviaikataulukauden 2014-2015 arvioitujen ohitusaikojen perusteella laskettuna
Aikataulunmukaisen HSL-liikenteen linja-autojen määrä tutkimuskohteessa 16.00-17.00	18 kpl Turvesuontien pysäkin E1217 talviaikataulukauden 2014-2015 arvioitujen ohitusaikojen perusteella laskettuna
Joukkoliikennekaistalla sallittu liikenne	Linja-autot ja taksit vuorokauden ympäri
Joukkoliikennekaistaa väärinkäyttäneitä ajoneuvoja 8-9	46 ajoneuvoa, joista noin 90% oli henkilöautoja
Joukkoliikennekaistaa väärinkäyttäneitä ajoneuvoja 16-17	2 henkilöautoa
Yhteensä joukkoliikennekaistaa väärinkäyttäneitä ajoneuvoja päivän ruuhkissa <sup>7</sup>	92
Liikennevalokierron pituus, mitattu 8.10.2014 kello 17.02	75 sekuntia
Liikennevalokierrosta pääsuunnan vihreää, mitattu 8.10.2014 kello 17.02	53 sekuntia
Linja-autoja, jotka joutuivat odottamaan aamuruuhkassa ylimääräisen valokierron joukkoliikennekaistan väärinkäytön aiheuttaman viivästyksen takia	0 kpl
Linja-autoja, jotka joutuivat odottamaan iltaruuhkassa ylimääräisen valokierron joukkoliikennekaistan väärinkäytön aiheuttaman viivästyksen takia	0 kpl
Liikennevaloetuedet	Kohteessa ei ole joukkoliikenteen liikennevaloetuksia
Tienpitäjä	ELY-keskus (Kehä I), Espoon kaupunki (Turvesuontie ja Sakkolantie)

### 6.1.3 Yhteiskuntataloudellinen arviointi

Kohteessa ei havaittu joukkoliikennettä haittaavaa joukkoliikennekaistan väärinkäyttöä. Tästä johtuen yhteiskuntataloudellinen arvioinnin perusteella kohteessa kameravalvonta ei ole kannattavaa. Kun laskennassa huomioidaan lisäksi sanktiotulot tulonsiirtojen sijaan hanketta rahoittavina tuloina, havaitaan, että sanktiotuloista saadaan noin 7 miljoonaa euroa voittoa. Pelkästään joukkoliikennenäkökulmasta kamera ei ole perusteltu, vaan kohteessa tulee harkita muita joukkoliikenteen sujuvoittamistoimenpiteitä kuin kameravalvontaa.

<sup>7</sup>Ks. kohta 6.4, jossa esitetään laskentamenetelmä arvolle.

## **6.2 Jyrängöntien rampin ja Hämeentien liittymä**

### **6.2.1 Yleistä kohteesta**

Jyrängöntien ramppi sijaitsee ennen Paavalin kirkkoa Hämeentiellä. Paavalin kirkon jälkeen on vilkas Sturenkadun liittymä, jonne suurehko osa liikennevirrasta pyrkii. Ryhmittäminen Sturenkadulle tapahtuu Hämeentien suuntaisen linja-autokaistan kautta. Hämeentie on merkittävä Lahdenväylän ja Porvoonväylän suunnan liikenteen reitti Helsingin keskustaan. Valtatie 4 on merkitty kulkeväksi yhtä liittymää aiemmin kohti Hermannin rantatietä, joten tutkittava kohta ei ole osa valtatieverkkoa. Tutkittu kohta, joka sijaitsee noin 250 metriä Sturenkadun risteyksestä pohjoiseen, on esitetty kuvassa 20. On hieman epäselvää, onko kyseessä tieliikenneasetuksessa määritetty risteys, sillä tieliikenneasetuksessa ei anneta risteyskysymyksen määritelmää. Joukkoliikennekaistamääräysten osalta asialla ei ole kuitenkaan merkitystä, sillä kyseinen kohta on yli 200 metriä ennen seuraavaa mahdollista paikkaa kääntyä oikealle, joten kaistalla rampin ohi ei muut kuin erikseen sallitut kulkuneuvot saa ajaa. Kuvassa 21 näkyy Hämeentien ja Hermannin rantatien liittymässä oleva linja-autokaistan merkki, joka määrittää kyseisen kaistan ainakin Jyrängöntien ramppiin asti linja-autokaistaksi.

Tutkittavan rampin kohdalla ei ole liikennevaloja, mutta välittömästi sen jälkeen on Haukilahdenkadun valot, jota käytetään liikennevalojen aiheuttamien viivytysten osalta tutkimuskohteena. Haukilahdenkadun valot aiheuttavat korkeintaan noin 30 sekunnin viivytyksiä liikenteen pääsuunnalle.



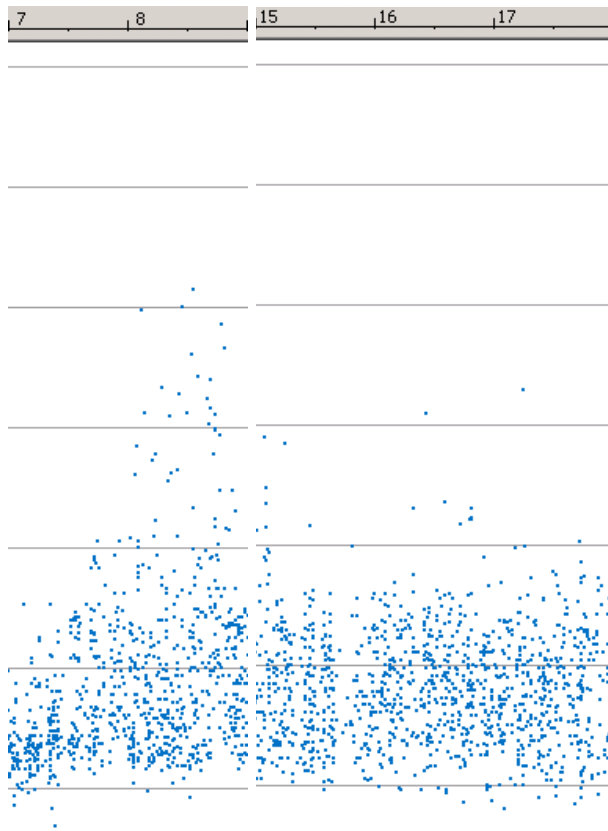
*Kuva 20 Hämeentien ja Jyrängöntien rampin liittymä. Tyypillisessä tilanteessa joukkoliikennekaistalla oli enemmän ajoneuvoja kuin vasemmanpuoleisella kaistalla.*



*Kuva 21 Joukkoliikennekaistan merkki Jyrängöntien rampin suuntaan*

HASTUS-ohjelmiston ajoaikatietojen perusteella kohde aiheuttaa varsin merkittävää epäluotettavuutta linja-autoliikenteelle. Mitatut ajoajat ovat esitetty kuvassa 22. Tyypilliset ajoajat ovat kuvien perusteella yhdestä kolmeen minuuttia, mutta etenkin kahdeksan ja yh-

deksän välissä aamulla ajoajat voivat olla jopa yli neljä minuuttia. Silti myös verrattain nopeita ajoaikoja on ruuhkaantuneimmillakin tunneilla, aiheuttaen merkittävää epäluotettavuutta ja vaikeuttaen ajoaikojen ennustettavuutta.



*Kuva 22 Linja-autojen ajoaikojen hajontaa Kumpulan kampuksen ja Paavalin kirkon pysäkkien välillä. Vaakaviivat kuvaavat minuutteja.*

## 6.2.2 Havainnot

Havaittiin, että joukkoliikennekaistan havaittavuus on heikko ja liikennemerkkit puutteelliset. Joukkoliikennekaista alkaa Hermannin rantatien liittymästä noin 300 metriä ennen mitauspistettä, mutta joukkoliikennekaistaopasteita ei ole toistettu välillä kertaakaan. Ajorataa maalausta on välittömästi joukkoliikennekaistan merkin jälkeen sekä Jyrängöntien rampin jälkeen. Tämä rampin jälkeinen noin 30 metrin matka ennen Haukilahdenkatua ei kuitenkaan mahdollisesti ole joukkoliikennekaistaa jos Jyrängöntien ramppi muodostaa risteuksen Hämeentielle, sillä joukkoliikennekaista päättyy tieliikenneasetuksen 3 luvun 19 § mukaan risteykseen. HSL:n Lissu-ohjelmiston perusteella Jyrängöntien rampin ja Haukilahdenkadun väli on joukkoliikennekaistaa, joten paikassa lienee liikennemerkkivirhe.

Ajoneuvoliikenne ryhmittyy joukkoliikennekaistalle jo ennen Jyrängöntien ramppia kääntäytyäkseen Sturenkadulle. Sturenkadun risteykseen on matkaa 250 metriä, joten ryhmittäytyminen tapahtuu liian aikaisin, vaikka Jyrängöntien ramppia ei olisikaan. Poliisin WWW-sivujen mukaan muu kuin sallittu ajoneuvo ajaessaan linja-autokaistalla ei saa ajaa risteyksen yli kääntymättä sinne (Poliisi 2014).

Tyypillisissä tilanteissa paikassa oli enemmän muita ajoneuvoja kuin niitä, joilla oli kaistan käyttöoikeus. Erityisesti Sturenkadulle menevä liikenne käytti joukkoliikennekaistaa, useimmat koko tutkimuspaikan näkemäetäisyydeltä. Sturenkadulle ajava liikennevirta jonoutui erityisesti iltaruuhkassa Paavalin kirkon pysäkin kohdalle, aiheuttaen merkittäviä viivytyksiä joukkoliikenteelle.

Nykytilanteessa merkittävä osa linja-autoista saapuu aamulla Haukilahdenkadun liittymään hieman jälkeen valojen vaihtumisen punaisiksi. Suuren joukkoliikennekaistan väärinkäytösoisuuden takia tämä tarkoittaa, että linja-autot joutuvat jonottamaan pitkähkön jonon perällä pääsyä liittymäalueelle. Linja-autoja viivyttää muusta liikennevirrasta Kumpulan kampuksen suosittu pysäkki, jotka aiheuttavat linja-autojen joutumisen autojonon kärjestä jonon hännille. Lisäksi pysäkkisyvennyksen sijainti ennen liikennevaloja paikassa, jossa ei ole linja-autokaistaa, on joukkoliikenteelle vaikea: pysäkillä päästäkseen on jonotettava autojonossa ja pysäkiltä pois pääsy vaatii kaistanvaihdon valoihin jonoutuneeseen liikenteeseen.

Taulukossa 4 on esitetty mittauspäivän tulokset. Lisäksi taulukossa on kohteen muita ominaisuuksia. Suurin osa joukkoliikenteen ongelmista tapahtuu vasta Haukilahdenkadun valojen jälkeen. Todellinen haitta joukkoliikenteelle on taulukkoarvoa suurempi, sillä taulukossa käsitellään vain Haukilahdenkadun liittymän vihreistä valoista myöhästymistä. Haukilahdenkadun valot ohjautuvat liikennetilanteen mukaan siten, että toteutunut vihreä aika vaihtelee hieman. Laskelmissa on käytetty tyypillistä 120 sekunnin kiertoa ja kaikista pienintä mahdollista viivytystä, eli tilannetta kun sivusuunnan ja jalankulkijoiden määrä on vähäisin. Tämä tuottaa yhteiskuntataloudelliselle haitalle laskennallisesti hieman pienemmän arvon kuin mikä oikeassa tilanteessa toteutuneen haitan arvo on.

*Taulukko 4 Jyrängöntien rampin ja Hämeentien liittymän ominaisuudet*

Tutkimuspäivä	Perjantai 10.10.2014
Pääsuunta	Hämeentie
Sivusuunta	Jyrängöntielle johtava ramppi
Keskivuorokausiliikenne arkivuorokaute- na 2013	28300 (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2013)
Pääsuunnan nopeusrajoitus	50 km/h
Sivusuunnan nopeusrajoitus	30 km/h
Aikataulunmukaisen HSL-liikenteen lin- ja-autojen määrä tutkimuskohteessa 8.00-	70 kpl Vallilan varikon pysäkin (3024) ja Kangasalan tien pysäkin (3052, linja 70T) tal-

9.00	viaikataulukauden 2014-2015 arvioitujen ohitusaikojen perusteella
Aikataulunmukaisen HSL-liikenteen linja-autojen määrä tutkimuskohteessa 16.00-17.00	59 kpl Vallilan varikon pysäkin (3024) ja Kangasalan tien pysäkin (3052, linja 70T) talviaikataulukauden 2014-2015 arvioitujen ohitusaikojen perusteella
Joukkoliikennekaistalla sallittu liikenne	Linja-autot ja taksit vuorokauden ympäri. Kuorma- ja pakettiautot arkisin 9-15 ja 18-7 sekä viikonloppuisin.
Joukkoliikennekaistaa väärinkäyttäneitä ajoneuvoja 8-9	577 ajoneuvoa, joista noin 85% oli henkilöautoja.
Joukkoliikennekaistaa väärinkäyttäneitä ajoneuvoja 16-17	411 ajoneuvoa, joista yli 90% oli henkilöautoja
Yhteensä joukkoliikennekaistaa väärinkäyttäneitä ajoneuvoja päivän ruuhkissa <sup>8</sup>	2387 ajoneuvoa.
Liikennevalokierron pituus	Haukilahdenkadun liittymässä 120 sekuntia muulloin tutkimusajana paitsi 8.40 jälkeen, jolloin 90 sekuntia. (Ojala 2014) Laskelmissa käytetty 120 sekuntia sen yleisyyden takia.
Liikennevalokierrosta pääsuunnan vihreää	40-61 sekuntia 90 sekunnin kierron aikana. 71-91 sekuntia 120 sekunnin kierron aikana. (Ojala 2014) Laskelmissa käytetty keskiarvoa 81 sekuntia.
Linja-autoja, jotka joutuivat odottamaan aamuruuhkassa ylimääräisen valokierron joukkoliikennekaistan väärinkäytön aiheuttaman viivästyksen takia	5 kpl
Linja-autoja, jotka joutuivat odottamaan iltaruuhkassa ylimääräisen valokierron joukkoliikennekaistan väärinkäytön aiheuttaman viivästyksen takia	8 kpl
Liikennevaloetudet	Liittymässä ei ole valoetuuksia ruuhka-aikaan (Tukiainen 2014)
Tienpitäjä	Helsingin kaupungin rakennusvirasto

### 6.2.3 Yhteiskuntataloudellinen arviointi

Yhteiskuntataloudellisen arvioinnin perusteella kohteen teknisen valvonnan hyöty-kustannussuhde on 0,27. Jos sanktiotulot lasketaan hankkeen tuloiksi, valvonta on 179 miljoonaa euroa kannattavaa 10 vuoden tarkastelujaksolla. Näin runsaan väärinkäytön kohteessa saavutettaneen kuitenkin vertailulukua suurempaa laskua joukkoliikennekaistan väärinkäytössä kuljettajien opittua välttämään kameraa. Tämä laskee sakotustuloja mutta lisää liikenne-

<sup>8</sup>Ks. kohta 6.4, jossa esitetään laskentamenetelmä arvolle.



nöintikustannuksissa ja aikakustannuksissa saavutettavia hyötyjä. Kohteesta tulisi tehdä uusi arviointi liikennemerkinnän parantamisen jälkeen.

## 6.3 Koroistentien ja Mannerheimintien liittymä pohjoiseen

### 6.3.1 Yleistä kohteesta

Koroistentien liittymä on Mannerheimintiellä toiseksi viimeinen tasoliittymä ennen moottoritiemäisen Hämeenlinnanväylän alkua. Mannerheimintie on merkittävä pääkaupunkiseudun säteittäinen väylä, ja se on numeroitu valtatieksi 3 sekä Eurooppatieksi E12. Paikalla liikennöi myös raitiolinja 10, jonka reitti kulkee Mannerheimintieltä etelästä Korppaanmäntielle. Liittymä on kuvattu keskustan suunnasta kuvassa 23.



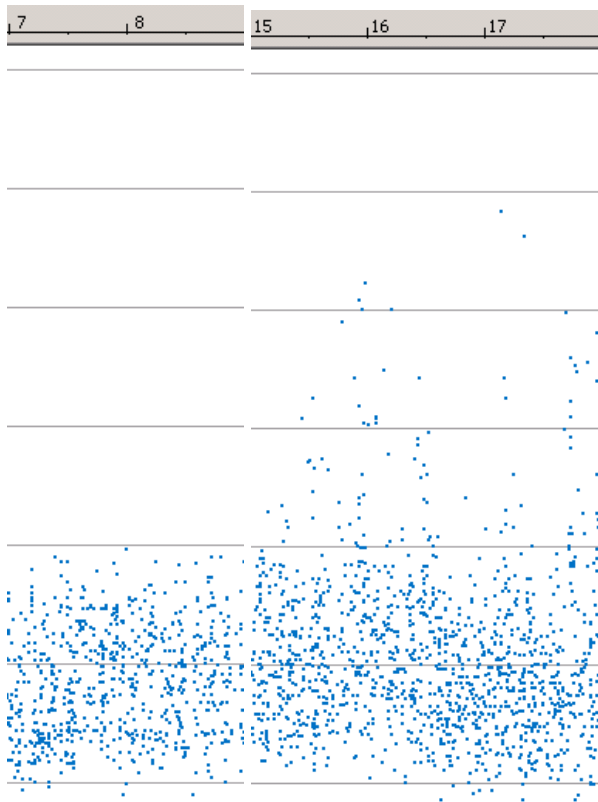
*Kuva 23 Mannerheimintien ja Koroistentien liittymä etelästä tultaessa*

Paikalla on pääsuunnassa molempiin suuntiin liittymän yli kulkevat linja-autokaistat. Kuvassa 24 esitetty liittymään etelästä tulevan linja-autokaistan merkki on Kiskontien liittymän jälkeen noin 500 metriä ennen Koroistentien liittymää. Etelän ja lännen suuntaan kulkee kadun keskellä raitiovaunukaista, joka on merkitty pelkälle raitiovaunuliikenteelle salituksi. Raitiovaunukaista on Mannerheimintiellä reunakilvellä erotettu muusta liikenteestä. Korppaanmäntiellä on välittömästi liittymän jälkeen raitiovaunun pysäkkipari, jonka jälkeen raitiovaunu kulkee samalla kaistalla muun liikenteen kanssa.





*Kuva 24 Linja-autokaistan merkki Kiskontien jälkeen*



*Kuva 25 HASTUS-ohjelman ajoaikahajontatuloste Tilkan ja Ruskeasuon pysäkkien väliltä*

Kuvassa 25 esitettyjen HASTUS-ohjelmiston ajoaikatietojen perusteella Koroistentien liittymän kohta Mannerheimintiellä on ongelmallinen iltahuipputunnin läheisyydessä. Aamul-

la ajoaikojen hajonta mahtuu melkein kokonaisuudessaan kahden minuutin sisälle, 1–3 minuuttiin, kun iltaruuhkassa ajoajat ovat parhaimmillaan yhtä nopeita kuin aamulla, mutta hitaimmat ajoajat ovat lähes kuuden minuutin luokkaa.

### 6.3.2 Havainnot

Havaittiin, että liikenteellä on selkeä ruuhkasuunta. Aamulla väylän välityskyky pohjoiseen riitti erittäin hyvin, eikä väärinkäyttöä juuri esiintynyt. Iltaruuhkan aikaan merkittävin ongelma välityskyvyllä on seuraava liittymä pohjoiseen, joka jonouttaa liikenteen Koroisten-tien liittymään asti. Merkittävin väärinkäyttäjryhmä oli kuorma- ja pakettiautot, joiden suureen osuuteen saattoi vaikuttaa se, että kaista on kyseisille ajoneuvoluokille sallittu ruuhka-ajan ulkopuolella.



*Kuva 26 Iltahuipputunnin aikoihin pääsuunnan liikennevalo on pitkään vihreänä, joten liittymäalue tyhjenee täysin.*

Paikassa on loiva alamäki etelästä liittymään tultaessa, joka osaltaan paransi tutkimuksen tekijän havaittavuutta. Mahdollisesti tämän johdosta havaittiin aamuruuhkassa yksi ja iltaruuhkassa kuusi äkillistä kaistanvaihtoa pois linja-autokaistalta.

Eniten joukkoliikennettä hidastivat linja-autokaistalta oikealle kääntyvät. Oikealle kääntyessä pääsee Ruskeasuon asuinalueelle sekä linja-autovarikolle.

Kohteen liikennevalot toimivat hyvin Mannerheimintien suuntaisen linja-autoliikenteen kannalta. Kuvassa 26 näkyy kello 16:50 kuvattu tilanne, jossa pääsuunnan valot ovat vihreänä mutta autoja ei ole näköpiirissä yhtään. Varjopuolena tälle on se, että seuraavat, Vihdintien liittymän valot eivät ole riittävästi vihreänä Mannerheimintien suuntaan, joten liikenne ruuhkautuu pahimmillaan Koroistentien liittymän liittymäalueelle. Tämä aiheuttaa myös joukkoliikennekaistan väärinkäyttöä, josta esimerkkitapaus on kuvattu kuvassa 27.

Taulukossa 5 on esitetty liittymässä tehdyt havainnot. Paikassa olevien Helmi-järjestelmän liikennevaloetuuksien takia liikennevalokierrolle mitattuihin aikoihin tulee suhtautua tietyllä varauksella, sillä paikalle osuva Helmi-järjestelmän kulkuneuvo muuttaa ajoitusta.



Kuva 27 Henkilöauto vaihtaa kaistaa joukkoliikennekaistalle Koroistentien liittymän jälkeen

Taulukko 5 Koroistentien ja Mannerheimintien liittymän ominaisuudet

Tutkimuspäivä	Tiistai 14.10.2014
Pääsuunta	Mannerheimintie
Sivusuunta	Koroistentie idässä, Korppaanmäentie lännessä
Keskivuorokausiliikenne arkivuorokaute-na 2013	35800 (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2013)
Pääsuunnan nopeusrajoitus	50 km/h
Sivusuunnan nopeusrajoitus	30 km/h
Aikataulunmukaisen HSL-liikenteen linja-autojen määrä tutkimuskohteessa 8.00-9.00	63 kpl Ruskeasuon pysäkin (1931) talviaikataulukauden 2014-2015 arvioitujen ohitusaikojen perusteella



Aikataulunmukaisen HSL-liikenteen linja-autojen määrä tutkimuskohteessa 16.00-17.00	81 kpl Ruskeasuon pysäkin (1931) talviaikataulukauden 2014-2015 arvioitujen ohitusaikojen perusteella
Joukkoliikennekaistalla sallittu liikenne	Linja-autot ja taksit vuorokauden ympäri. Kuorma- ja pakettiautot arkisin 9-15 ja 18-7 sekä viikonloppuisin.
Joukkoliikennekaistaa väärinkäyttäneitä ajoneuvoja 8-9	25 ajoneuvoa, joista noin 50% oli henkilöautoja.
Joukkoliikennekaistaa väärinkäyttäneitä ajoneuvoja 16-17	135 ajoneuvoa, joista noin 70% oli henkilöautoja.
Yhteensä joukkoliikennekaistaa väärinkäyttäneitä ajoneuvoja päivän ruuhkissa <sup>9</sup>	455 ajoneuvoa.
Liikennevalokierron pituus	Aamuruuhkassa noin 60-200 sekuntia. Ilta-ruuhkassa noin 66-173 sekuntia. Esimerkkipäivänä keskiarvo valokierron pituudelle oli 119-120 sekuntia. (Ojala 2014)
Liikennevalokierrosta pääsuunnan vihreää	Aamuruuhkassa keskimäärin noin 68 sekuntia. Ilta-ruuhkassa keskimäärin noin 74 sekuntia. (Ojala 2014) Laskuissa arvona käytetty iltaruuhkan arvoa.
Linja-autoja, jotka joutuivat odottamaan aamuruuhkassa ylimääräisen valokierron joukkoliikennekaistan väärinkäytön aiheuttaman viivästyksen takia	0 kpl
Linja-autoja, jotka joutuivat odottamaan iltaruuhkassa ylimääräisen valokierron joukkoliikennekaistan väärinkäytön aiheuttaman viivästyksen takia	1 kpl
Liikennevaloetudet	Liittymässä kulkevat seuraavat HELMI-järjestelmässä olevat linjat, joilla käytetään valoetuksia: raitiovaunulinja 10 ja linja-autolinjat 23, 43, 45, 63, 415 ja 451. (HSL 2014, Tukiainen 2014)
Tienpitäjä	Helsingin kaupungin rakennusvirasto

### 6.3.3 Yhteiskuntataloudellinen arviointi

Kameran 10 vuoden teknisen käyttöiän aikana valvonnan hyöty-kustannussuhteeksi saadaan 0,03. Huomioiden hankkeen tuloiksi myös sanktiotulot, kameravalvonta on noin 33 miljoonaa euroa voitollista koko hankkeen elinkaaren aikana. Tässä kohteessa kamera on helposti havaittavissa jo ennen liittymää, joten sitä todennäköisesti opitaan välttämään nopeasti, joten arvioinnin oletus sakotustulojen kehityksestä on optimistinen. Sakotustulojen

<sup>9</sup>Ks. kohta 6.4, jossa esitetään laskentamenetelmä arvolle.

nopea väheneminen kuitenkin tarkoittaa sitä, että valvonta on tehokasta ja se todennäköisesti vähentää myös joukkoliikenteelle kohdistuvaa kaistan väärinkäytön aiheuttamaa haittaa.

## 6.4 Runeberginkadun ja Mannerheimintien liittymä etelään

### 6.4.1 Yleistä kohteesta

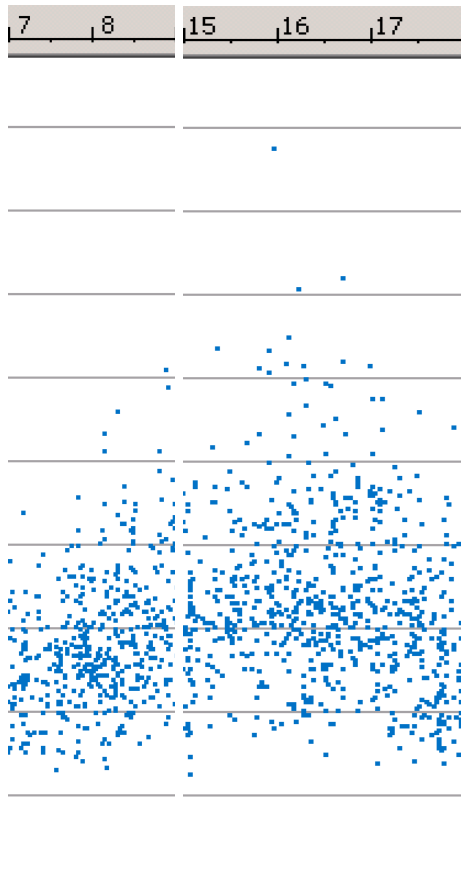
Runeberginkadun ja Mannerheimintien liittymä etelän suuntaan ajettaessa oli 2010-luvun alussa toteutetun kameravalvontakokeilun kohdelliittymä. Paikka on joukkoliikenteen kannalta merkittävä, sillä siinä risteää kaksi merkittävää joukkoliikenneväylää. Raitiovaunuja paikassa kulkee paitsi pääsuuntaan, myös liittymän yli sivusuunnassa ja Mannerheimintietä pohjoisesta Runeberginkadulle länteen. Helsinginkadulta Mannerheimintielle kääntyy lukuisia kaukoliikenteen linja-autovuoroja, jotka pyrkivät valtateiden 4 ja 7 suunnista kohti Kampin terminaalia. Valtaosa HSL-liikenteen linja-autoista kulkee Mannerheimintietä kääntymättä. Linja 70T kulkee Runeberginkadulta Helsinginkadulle.



*Kuva 28 Linja-autokaistan merkki Sibeliuksenkadun jälkeen*

Kohteessa on Mannerheimintiellä joukkoliikennekaistat, jotka jatkuvat liittymän yli. Kuvassa 28 on liittymään pohjoisesta tuleville oleva linja-autokaistan merkki Sibeliuksenkadun liittymän jälkeen.

Kuvassa 29 esitettyjen ajoaikatietojen mukaan kohteessa on varsin suurta ajoaikahajontaa sekä aamulla että illalla. Myös ajankohtina, jotka ei ole kuvattuna, on havaittavissa keskimääräistä suurempaa ajoaikojen hajontaa. Osasyynä suurehkolle hajonnalle lienee pitkähkö, noin 800 metrin pysäkkiväli, jossa muutkin häiriötekijät vaikuttavat kuin pelkän yhden liittymän yli väärinkäytetty joukkoliikennekaistan. Kuvaajan perusteella illalla tyypillinen ajoaika on kahdesta viiteen minuuttia. Kolmen minuutin vaihteluväli on jo hyvin suuri, ja saattaa aiheuttaa aikataulusuunnittelullisia haasteita.



*Kuva 29 HASTUS-ohjelmistosta saatu ajoaikatieto Kisahallin ja Hesperian puiston pysäkkien välille*

## 6.4.2 Havainnot

Havaittiin, että tavaraliikenne ei noudata joukkoliikennekaistan aikarajoituksia kovinkaan hyvin. Aamuruuhkassa noin puolet joukkoliikennekaistan väärinkäyttäjistä oli kuorma- ja pakettiautoja.

Eräitä merkittäviä linja-autoliikennettä haittaavia tekijöitä ovat raitiolinjat 2 ja 8, jotka vaativat varsin pitkän pääsuunnan punaisen valon ylittääkseen laajan liittymäalueen. Liittymän

keskellä olevissa vaihteissa on 10 km/h nopeusrajoitus, joka on merkittävä osatekijä raitiovaunujen hitauteen kohteessa. Lisäksi Runeberginkadulta Mannerheimintielle kääntyvä raitiolinja 2 vaatii erillisen valovaiheen vasemmalle kääntymiseen, joka vaikuttaa merkittävästi liittymän välityskykyyn (Tukiainen 2014).

Oikealle kääntyminen on tässäkin kohteessa merkittävimpiä ruuhkauttavia tekijöitä, sillä Mannerheimintien suuntainen jalankulkijavirta suoja tiellä on varsin voimakas ja aiheuttaa ajoneuvoliikenteen jonoutumista Mannerheimintien linja-autokaistalle.

Taulukossa 6 on esitetty liittymässä tehdyt havainnot. Tämän liittymän liikennevaloissa on käytössä Helmi-järjestelmä, joten mitattu liikennevalokierto on vain yksi mahdollinen, johon liittymään tulevat joukkoliikennevälineet vaikuttavat.

*Taulukko 6 Runeberginkadun ja Mannerheimintien liittymän ominaisuuksia taulukoituna*

Tutkimuspäivä	Keskiviikko 15.10.2014
Pääsuunta	Mannerheimintie
Sivusuunta	Helsinginkatu idässä, Runeberginkatu lännessä
Keskivuorokausiliikenne arkivuorokautena 2013	35100 (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2013)
Pääsuunnan nopeusrajoitus	50 km/h
Sivusuunnan nopeusrajoitus	50 km/h Helsinginkadulla, 40 km/h Runeberginkadulla
Aikataulunmukaisen HSL-liikenteen linja-autojen määrä tutkimuskohteessa 8.00-9.00	86 kpl Töölön kisahallin pysäkin (1914) talviaikataulukauden 2014-2015 arvioitujen ohi-tusaikojen perusteella
Aikataulunmukaisen HSL-liikenteen linja-autojen määrä tutkimuskohteessa 16.00-17.00	71 kpl Töölön kisahallin pysäkin (1914) talviaikataulukauden 2014-2015 arvioitujen ohi-tusaikojen perusteella
Joukkoliikennekaistalla sallittu liikenne	Linja-autot ja taksit vuorokauden ympäri. Kuorma- ja pakettiautot arkisin 9-15 ja 18-7 sekä viikonloppuisin.
Joukkoliikennekaistaa väärinkäyttäneitä ajoneuvoja 8-9	63 ajoneuvoa, joista noin 50% oli henkilöautoja.
Joukkoliikennekaistaa väärinkäyttäneitä ajoneuvoja 16-17	66 ajoneuvoa, joista noin 70% oli henkilöautoja.
Yhteensä joukkoliikennekaistaa väärinkäyttäneitä ajoneuvoja päivän ruuhkissa <sup>10</sup>	576 ajoneuvoa.
Liikennevalokierron pituus	Aamuruuhkan keskiarvo noin 111 sekuntia, vaihteluväli noin 87-144 sekuntia. Iltaruuhkan keskiarvo 120 sekuntia, vaihteluväli 66-173 sekuntia. (Ojala 2014) Laskelmissa käytetty

<sup>10</sup>Ks. kohta 6.4, jossa esitetään laskentamenetelmä arvolle.

	keskiarvoa.
Liikennevalokierrosta pääsuunnan vihreää	Aamuruuhkan keskiarvo noin 42 sekuntia, vaihteluväli noin 30-72 sekuntia. Iltaruuhkan keskiarvo noin 43 sekuntia, vaihteluväli noin 29-54 sekuntia. (Ojala 2014) Laskelmissa käytetty havaituilla linja-autojen viivytysmäärillä painotettua keskiarvoa.
Linja-autoja, jotka joutuivat odottamaan aamuruuhkassa ylimääräisen valokierron joukkoliikennekaistan väärinkäytön aiheuttaman viivästyksen takia	2 kpl
Linja-autoja, jotka joutuivat odottamaan iltaruuhkassa ylimääräisen valokierron joukkoliikennekaistan väärinkäytön aiheuttaman viivästyksen takia	10 kpl
Liikennevaloetudet	Liittymässä käytetään valoetuksia raitiovaununlinjoilla 2, 4, 8 ja 10. (HSL 2014, Tukiainen 2014)
Tienpitäjä	Helsingin kaupungin rakennusvirasto

### 6.4.3 Yhteiskuntataloudellinen arviointi

Yhteiskuntataloudellisen arvioinnin perusteella hankkeen hyöty-kustannussuhde on 0,53. Laskien mukaan myös sanktiotulot, kameravalvonta kyseisessä kohteessa on noin 24 miljoonaa euroa kannattavaa 10 vuoden tarkastelujakson aikana. Kyseisestä kohteesta on jo olemassa olevaa tutkimustietoa, joka vahvistaa näkemystä. HSL:n hallitukselle esitetyn selvityksen mukaan kameran hyödyt, huomioiden myös sanktiotulot teknisen valvonnan tuloina, ovat noin 685 000 euroa ensimmäisen vuoden aikana, mutta tässä laskelmassa ruuhka-ajaksi oletettiin vain neljä tuntia tämän työn laskelmissa käytetyn viiden tunnin sijaan. Myös muita eroja laskelmissa on, mutta tulokset ovat kuitenkin samansuuntaisia. (HSL 2011b)

## 6.5 Kimmontien ja Mäkelänkadun liittymä etelään

### 6.5.1 Yleistä kohteesta

Kuvassa 30 esitetty Kimmontien liittymä on Käpylässä Helsingin Luonnontiedelukion kohdalla. Kimmontien liittymä on 200 metriä ennen Koskelantien liittymää, joka on merkittävä Helsingin kantakaupungin poikittaisen väylän ja säteittäisväylän liittymä. Ennen Koskelantietä on vielä Turjantien liittymä, joka on yksisuuntainen kohti Mäkelänkatua. Mäkelänkadun toisella puolella on Käpylän peruskoulu. Mäkelänkatu on merkittävä Helsingin säteittäisväylä Lentoaseman, Keski-Vantaan ja Tuusulan suuntaan. Mäkelänkatu on Tuusulanväylän eli kantatien 45 jatke.

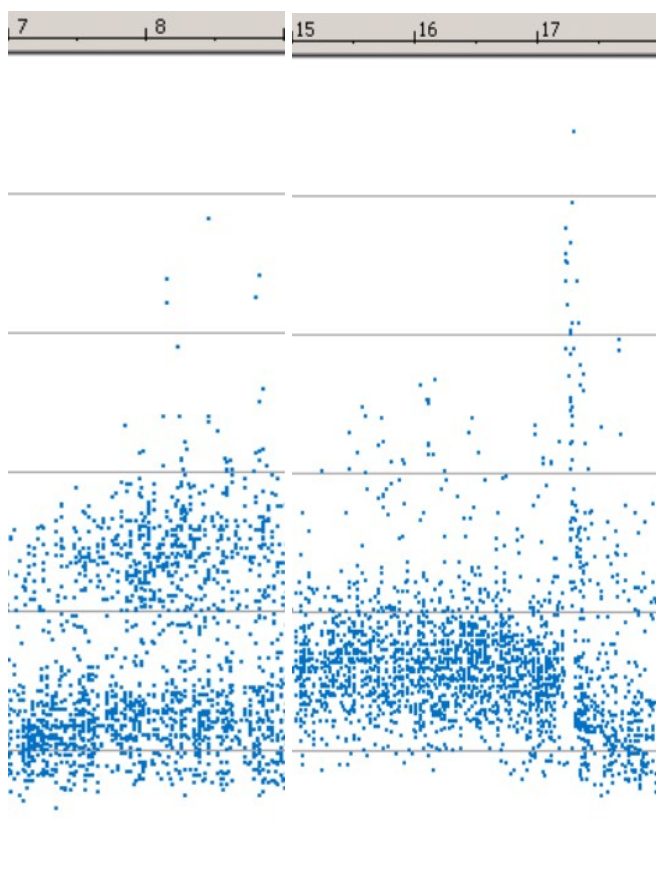


Mäkelänskadulla on joukkoliikennekaista ennen ja jälkeen Kimmontien liittymän. Kimmontietä edeltävä kaista on osoitettu linja-autokaistaksi ajoradan yläpuolisella portaaliopasteella Vaakalinnuntien liittymän jälkeen. Kimmontien liittymän jälkeen on portaaliopaste, joka osoittaa joukkoliikennekaistan jatkuvan myös liittymän jälkeen. Kyseinen opaste näkyy kuvassa 30 Kimmontien liittymän liikennevalojen pääopastimen takaa.



*Kuva 30 Kimmontien liittymä Mäkelänskadulla etelään päin ajettaessa*

Kuvassa 31 esitettyjen ajoaikatietojen perusteella kohteen ajoajat jakautuvat etenkin aamuruuhkassa kahteen joukkoon: niihin linja-autoihin, jotka pääsevät Koskelantien liittymän läpi nopeasti, ja niihin, jotka joutuvat odottamaan yhden valokierron enemmän. Kello 15-18 välillä ajoaikojen hajonta on vähäisempää, eikä havaitut ajoajat jakaudu vastaavalla tavalla kahteen parveen. Ajoaikojen kokonaishajonta on kuitenkin varsin suurta, sillä huippu-tuntien läheisyydessä tyypillinen ajoaikahajonta on kahden minuutin luokkaa.



*Kuva 31 HASTUS-ohjelmiston tuottama ajoaikatieto Käpylänaukion ja Koskelantien pysäkkien väliltä*

### 6.5.2 Havainnot

Mäkelänkadun tiheävuorovälisillä linjoilla havaittiin jonkun verran epätasaisia vuorovälejä. Aamuruuhkassa linjan 67 autot ajoivat liki peräkkäin. Kimmontie on Torpparinmäen lähtöpysäkiltä 17–19 minuutin ajomatkan päässä HSL:n Reittioppaan tietojen perusteella. Vuoroväli on 7–11 minuuttia, joten ajoaikavaihtelut Torpparinmäestä Kimmontielle ovat erittäin runsaita, erityisesti jos molemmat autot ovat lähteneet oikeaan aikaan Torpparinmäestä. Lisäksi linjan 650 autoja kulki havaittavan epätasaisin vuorovälein, linjan aikataulunmukaisen vuorovälin ollessa havaintopisteessä 7–13 minuuttia.

Kohteen välittömässä läheisyydessä on erittäin paljon valo-ohjattuja liittymiä. Kimmontieltä seuraavan 200 metrin matkalla on 3 valo-ohjattua liittymää. Liikennevalot toimivat yhteen kytketysti Koskelantien valojen mukaisesti (Tukiainen 2014). Liikennemääriltään vähäisillä Kimmontien ja Turjantien suunnilla ei ole kiinteää vihreää valovaihetta, vaan valot näyttävät vihreää vain tarvittaessa (Tukiainen 2014). Vihreä valovaihe on 45 sekuntia pit-

kä, joka on sivusuunnan liikennemäärän ja jalankulkijoiden ylitysnopeuden huomioiden varsin pitkä.

Taulukossa 7 on esitetty paikan päällä tehdyt havainnot. Erityisesti on huomioitava joukkoliikennehaitan suuruus, joka on aamulla merkittävästi suurempi kuin muissa tutkimuskoh-teissa. Käytännössä haitta oli havaittavasti suurempaa kuin pelkän ylimääräisen valokier-ron odottavien linja-autojen määrä antaa ymmärtää.

*Taulukko 7 Kimmontien ja Mäkelänkadun liittymässä tehdyt havainnot*

Tutkimuspäivä	Tiistai 21.10.2014
Pääsuunta	Mäkelänkatu
Sivusuunta	Kimmontie lännessä
Keski vuorokausiliikenne arkivuorokau- tena 2013	43900 (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2013)
Pääsuunnan nopeusrajoitus	50 km/h
Sivusuunnan nopeusrajoitus	30 km/h
Aikataulunmukaisen HSL-liikenteen lin- ja-autojen määrä tutkimuskohteessa 8.00-9.00	70 kpl Käpylänaukion pysäkin (2438) talviai- kataulukauden 2014-2015 arvioitujen ohitus- aikojen perusteella. Lukemasta puuttuu linjan 615 tiedot, jolla on poikkeava pysähtymis- käytäntö.
Aikataulunmukaisen HSL-liikenteen lin- ja-autojen määrä tutkimuskohteessa 16.00-17.00	61 kpl Käpylänaukion pysäkin (2438) talviai- kataulukauden 2014-2015 arvioitujen ohitus- aikojen perusteella. Lukemasta puuttuu linjan 615 tiedot, jolla on poikkeava pysähtymis- käytäntö.
Joukkoliikennekaistalla sallittu liikenne	Linja-autot ja taksit vuorokauden ympäri. Kuorma- ja pakettiautot arkisin 9-15 ja 18-7 sekä viikonloppuisin.
Joukkoliikennekaistaa väärinkäyttäneitä ajoneuvoja 8-9	441 ajoneuvoa, joista noin 93 % oli henkilö- autoja.
Joukkoliikennekaistaa väärinkäyttäneitä ajoneuvoja 16-17	236 ajoneuvoa, joista noin 93 % oli henkilö- autoja.
Yhteensä joukkoliikennekaistaa väärin- käyttäneitä ajoneuvoja päivän ruuhkissa <sup>11</sup>	1591 ajoneuvoa
Liikennevalokierron pituus	120 sekuntia (Ojala 2014)
Liikennevalokierrosta pääsuunnan vih- reää	70 sekuntia aamuruuhkaohjelmassa, 68 se- kuntia iltaruuhkaohjelmassa (Ojala 2014). Laskelmissa käytetty aamuruuhkan arvoa.
Linja-autoja, jotka joutuivat odottamaan aamuruuhkassa ylimääräisen valokierron joukkoliikennekaistan väärinkäytön ai-	43 kpl

<sup>11</sup>Ks. kohta 6.4, jossa esitetään laskentamenetelmä arvolle.

heuttaman viivästyksen takia	
Linja-autoja, jotka joutuivat odottamaan iltaruuhkassa ylimääräisen valokierron joukkoliikennekaistan väärinkäytön aiheuttaman viivästyksen takia	0 kpl
Liikennevaloetuuudet	Ruuhka-aikaan liittymässä ei käytetä valoetuuksia. Valoetuuudet ovat käytössä vain sivusuunnilla Koskelantien liittymässä. (Tukiainen 2014)
Tienpitäjä	Helsingin kaupungin rakennusvirasto

### 6.5.3 Yhteiskuntataloudellinen arviointi

Yhteiskuntataloudellisen arvioinnin perusteella hankkeen hyöty-kustannussuhde on 0,86. Sanktiotulot huomioivan arvioinnin perusteella kameravalvonta kyseisessä kohteessa on noin 120 miljoonaa euroa kannattavaa 10 vuoden tarkastelujakson aikana. Kyseisen kohteen kameravalvonta olisi erityisesti joukkoliikenteen kannalta hyvin suositeltavaa. Pian Kimmontien jälkeen oikealle kääntyvät ovat merkittävä joukkoliikennekaistaa ruuhkauttava joukko. Lisäksi aamuruuhkan aikana kohteen välityskyky on selvästi alle liikennemäärän tarpeen, joka lisää joukkoliikennekaistan väärinkäytön houkuttelevuutta.

## **7. Yhteenveto ja päätelmät**

### **7.1 Joukkoliikennekaistojen valvonnan merkitys**

Joukkoliikennekaistojen väärinkäyttö aiheuttaa merkittäviä taloudellisia menetyksiä paitsi liikenteen tilaajaorganisaatioille ja liikenteenharjoittajille, myös joukkoliikenteen käyttäjille kohonneiden aikakustannusten muodossa. Lisäksi pidentyneet matka-ajat vähentävät joukkoliikenteen houkuttelevuutta ja siten vähentävät liikennepoliittisten tavoitteiden edistymistä. Pidentyneiden matka-aikojen ohella myös joukkoliikenteen luotettavuus heikkenee kaistojen väärinkäytön seurauksena, joka on merkittävänä osatekijänä huonontamassa joukkoliikenteen houkuttelevuutta.

### **7.2 Toimenpidesuosituksat maastokäyntikohteisiin**

#### **7.2.1 Taustaa**

Toimenpidesuosituksat on laadittu maastokäyntikohteissa havaittujen ongelmien perusteella. Suositukset esittävät keinoja joukkoliikenteen nopeuden ja luotettavuuden parantamiseen pientoimenpiteiden avulla. Kameravalvontaa suositellaan kohteisiin, joissa sillä voidaan tulkita saatavan etua joukkoliikenteen toiminnalle.

Valoetuuat ovat toteutettu kaikissa kohteissa, joissa niiden toteuttaminen on käytännössä järkevää ja mahdollista. Ruuhka-aikoina tietyissä liittymissä ei ole valoetuksia kuin joillain suunnilla tai pelkästään raitiovaunuilla, sillä muutoin valoetuspyyntöjä tulisi liikaa ja käytännössä kumoaisivat toisensa. Ruuhka-aikoina valoetuksien toimivuus ei usein ole niin hyvä kuin muina aikoina, sillä valoetuuat alkavat haittaamaan jo toisiaan. (Tukiainen 2014)

Kaikkien maastokäyntikohteiden perustiedot on esitetty taulukossa 8. Lukuarvot on esitetty 10 vuoden ajanjaksolla. Kaikkien hankkeiden kameravalvonnan rakentamis- ja operointikustannukset on oletettu samoiksi. Oletuksen herkkyytarkastelu on esitetty kappaleessa 5.4.4. Hyöty-kustannussuhde on laskettu yhteiskuntataloudellisen arvioinnin perusteella sekä huomioimalla sanktiotulot hanketta rahoittavina tuloina, vaikka ne ovatkin luonteeltaan tulonsiirtoja. Liikennöinti- ja aikakustannukset ovat kokonaisuudessa vähäisessä roolissa, eikä hankkeet nouse kannattavaksi pelkästään niiden avulla. Takaisinmaksuajat investoinneille ovat sanktiotulot huomioivien laskelmien perusteella muutamia päiviä, esimerkiksi Kehä I:n kohteelle kuusi arkivuorokautta.

Sanktiotulot huomioimalla hyöty-kustannussuhde on sitä suurempi, mitä heikommin valvonta vaikuttaa joukkoliikennekaistan väärinkäyttöön. Tämä johtuu siitä, että sanktioilla

saadut tulot ylittävät havaitut liikennöinti- ja aikakustannuksissa saavutettavat säästöt tutkittavissa kohteissa.

*Taulukko 8: Maastokäyntikohteiden kameravalvonnan yhteiskuntataloudellinen kannattavuus*

Kohde	Nykyiset kustannukset (€/10 vuotta)	Sanktiotulot (€/10 vuotta)	Yhteiskuntataloudellinen hyöty-kustannussuhde	Hyöty-kustannussuhde sanktiotulojen kanssa
Turvesuontien ja Kehä I:n liittymä	0	7 391 699	0	11,68
Jyrängöntien rampin ja Hämeen-tien liittymä	111 441	180 040 668	0,26	284,65
Koroistontien ja Mannerheimintien liittymä	11 346	34 318 603	0,03	54,24
Runeberginkadun ja Mannerheimintien liittymä	220 501	24 437 862	0,53	39,13
Kimmon-tien ja Mäkelänskadun liittymä	361 386	119 980 238	0,86	190,38

Luvut on laskettu vertailun vuoksi myös negatiivisella skenaariolla, joissa kaikki arvot on laskettu kappaleen 5.4.4. herkkyystarkastelussa käytetyillä negatiivisilla oletuksilla. Negatiivisen skenaarion tulokset on esitetty taulukossa 9.

*Taulukko 9: Maastokäyntikohteiden kameravalvonnan yhteiskuntataloudellinen arviointi negatiivisessa skenaariossa*

Kohde	Nykyiset kustannukset (€/10 vuotta)	Sanktiotulot (€/10 vuotta)	Yhteiskuntataloudellinen hyöty-kustannussuhde	Hyöty-kustannussuhde sanktiotulojen kanssa
Turvesuontien ja Kehä I:n liittymä	0	205 569	0	0,31
Jyrängöntien rampin ja Hämeen-tien liittymä	29 827	4 231 295	0,08	6,52
Koroistontien ja Mannerheimintien liittymä	2 647	685 230	0,01	1,05
Runeberginkadun ja Mannerheimintien liittymä	54 477	552 467	0,16	1,00
Kimmontien ja Mäkelänskadun liittymä	126 485	2 900 904	0,37	4,76

### 7.2.2 Turvesuontien ja Kehä I:n liittymä

Yhteiskuntataloudellisen arvioinnin ja maastokäynnin havaintojen mukaan joukkoliikennekaistan kameravalvonta ei ole kohteessa tarpeen. Joukkoliikennekaistan väärinkäyttöä esiintyi kuitenkin varsin paljon väylän hyvin sujuvan liikenteen huomioiden. Väärinkäytöllä ei havaittu merkittävää haittaa bussiliikenteelle, erityisesti johtuen pääsuunnan pitkästä vihreästä. Suurimman ongelman joukkoliikenteelle muodostivat oikealle kääntyvät autot, jotka joutuivat väistämään suojatietä ylittäviä jalankulkijoita ja pyöräilijöitä. Parhaan hyödyn joukkoliikenteelle saisi muuttamalla liikennevalo-ohjelmaa siten, että suojatie saa vih-

reän valon vasta 10-15 sekuntia Kehä I:n vihreän jälkeen, jotta linja-autokaistaa haittaavat oikealle kääntyvät ajoneuvot ehtivät kääntyä ilman tarvetta väistää suojatiellä liikkuja. Tässä varjopuolena on pyöräilyn ja kävelyn toimintaedellytyksien heikkeneminen, asetusmuutoksen tarve ja mahdollinen suojatievalon noudattamatta jättämisen lisääntyminen.

Kehä I:n tyypisillä väylillä, joilla on yli 60 km/h nopeusrajoitus, joukkoliikennekaistan väärinkäyttö aiheuttaa ongelmia pysäkiltä poistumisessa. Tieliikennelain 22 § mukaan pysäkiltä lähtevälle linja-autolle tulee antaa esteetön lähtömahdollisuus pysäkiltä jos nopeusrajoitus on korkeintaan 60 km/h (Tieliikennelaki 267/1981 22 §). Mahdollisen väärinkäytön haitan minimoimiseksi voi linja-autokaistan nopeusrajoituksen laskea 60 km/h:ksi, jotta pysäkiltä poistuminen helpottuu. (Pasterstein 2014) Järjestely saattaa kuitenkin haitata etenkin runkolinjojen ja kaukoliikenteen linja-autoja, jotka pysähtyvät vain harvoilla pysäkeillä ja täten kärsivät hitaasta nopeusrajoituksesta.

### **7.2.3 Jyrängöntien rampin ja Hämeentien liittymä**

Nykyisin joukkoliikenne ruuhkautuu pahasti, koska joukkoliikennekaistalla on enemmän liikennettä kuin toisella kaistalla. Liikennemerkintään tulee tehdä parannuksia. Nykyisin linja-autokaistan havaittavuus on heikko ja ajoneuvot ryhmittyvät sille liian aikaisin. Paikan merkittävyyden takia myös linja-autokaistaa muista kaistoista erottavaa täristävää viivaa tai muita rakenteellisia ratkaisuja tulee vakavasti harkita.

Joukkoliikennettä vaikeuttaa entisestään liikennevalokierron heikko soveltuvuus joukkoliikenteen rytmiin sekä huonossa paikassa oleva Kumpulan kampuksen pysäkki. Välittömästi pysäkin jälkeen olevan liikennevalo-ohjatun suojatien tarvetta tulee miettiä, sillä pian sen jälkeen etelään päin mentäessä on toinen liikennevalo-ohjattu suojatie. Pohjoisemman suojatien valot ruuhkauttavat liikennettä linja-autopysäkin kohdalle. Ellei kuvatus kaltaiset toimenpiteet ole mahdollisia, tulee Kumpulan kampuksen pysäkki muuttaa ajoratapysäkkiksi ja tehdä oikeanpuolimmaisesta Kustaa Vaasan tien kaistasta linja-autokaista.

Hämeentien ja Sturenkadun liittymän liikennevalojen uudelleenohjelmointia tulee selvittää. Nykytilanteessa iltaruuhkan liikennemäärä ja valo-ohjelma aiheuttavat sen, että Sturenkadulle pyrkivät henkilöautot jonottavat Paavalin kirkon pysäkillä ja estävät linja-autojen normaalin liikennöinnin. Esimerkkitalanne on esitetty kuvassa 32. Hieman pidempi vihreä vaihe Sturenkadulle kääntyville saattaisi korjata tilanteen, tai vaihtoehtoisesti lyhyempi vihreä vaihe Hämeentien suunnasta Haukilahdenkadun liittymässä, jolloin Haukilahdenkadun valot toimisivat liikennevirtaa säännöstelevinä valoina, jotka estäisivät ruuhkautuneen kohdan liian täytymisen autoista.





*Kuva 32 Liikenne jonoutuu Paavalin kirkon pysäkillä*

Liikennemerkitöjen parantamisen jälkeen, jos väärinkäyttö ei vähene, paikassa tulee harkita kameravalvontaa. Kameralle sopiva sijainti on välittömästi Jyrängöntien rampin jälkeen, jotta rampin kohdan ylittäjät saadaan kuvattua. Tämä kohta on yli 200 metriä Sturenkadun liittymästä, joten vaikka kyseinen kohta määrittyisi muuksi kuin tieliikenneasetuksen tarkoittamaksi risteykseksi, kyseessä on silti joukkoliikennekaistan väärinkäyttö. Luovallisesti paikassa ei voi kääntyä oikealle ennen Sturenkatua.

#### **7.2.4 Koroistentien ja Mannerheimintien liittymä**

Oikealle kääntyminen joukkoliikennekaistalta muodostaa merkittävän haitan joukkoliikenteelle. Kohteessa tulisi harkita suojatien valo-ohjausta siten, että valoissa jonottavat oikealle kääntyvät pääsevät kääntymään ripeästi oikealle ennen jalankulkijoita ja pyöräilijöitä. Havaintojen pohjalta noin 10 sekunnin suojatievalon punaisen vaiheen pidennys riittää. Toimenpiteen haitat ovat samat kuin Turvesuontien liittymään ehdotetulla vastaavalla toimenpiteellä.

Iltaruuhkassa pahimman ongelman muodostaa Vihdintien liittymä Koroistentien liittymästä pohjoiseen. Vihdintien liittymässä jonottavat autot ruuhkautuvat paikoitellen Koroistentien liittymään asti, joka on omiaan lisäämään joukkoliikennekaistan väärinkäyttöä erityisesti Koroistentien liittymään pohjoispuolella. Ellei Vihdintien liittymän välityskykyä pääsuuntaan saada parannettua esimerkiksi valo-ohjauksen avulla, tulee joukkoliikennekaistan kameravalvontaa suunnitella erityisesti Koroistentien ja Vihdintien väliselle osuudelle. Eräs

hyvä vaihtoehto kameran sijainnille Koroistentien ja Ruskontien välinen osuus, mutta se vaatii useamman kameran, jotta Ruskontielle kääntyviä autoja ei sakoteta turhaan.

Ellei näillä toimenpiteillä saavuteta riittävää tilanteen paranemista, on syytä harkita myös Koroistentien liittymän linja-autokaistan kameravalvontaa. Kohteesta tulee suorittaa tarkempi arviointi, sillä tämän työn yhteiskuntataloudellinen arviointi ei huomioi sitä, että kamera tulisi asentaa varsin näkyvälle paikalle heti liittymän jälkeen, joten todennäköisesti sitä opittaisiin varomaan varsin pian asentamisen jälkeen. Tämä tuo tuloksiin mahdollisesti muita kohteita suurempaa virhettä.

### **7.2.5 Runeberginkadun ja Mannerheimintien liittymä**

Runeberginkadun ja Mannerheimintien liittymässä joukkoliikennekaistan väärinkäyttö aiheuttaa erittäin merkittävää haittaa joukkoliikenteelle. Kohteessa tulisikin ottaa nykyinen kamera takaisin käyttöön sen positiivisten vaikutuksien takia. Myös liikennevalo-ohjauksen muutos Turvesuontien liittymään ehdotetulla tavalla hyödyttäisi tässä liittymässä merkittävästi.

Kuorma- ja pakettiautojen käyttöoikeutta joukkoliikennekaistaan tulisi harkita uudestaan. Nykyisin aikarajoista ei juuri piitata ja tavaraliikenne viivästyttää bussiliikennettä. Aikoina, jolloin joukkoliikennekaista on myös tavaraliikenteen käytössä, riittää myös toisen kaistan välityskyky niin hyvin, että tavaraliikennettä ei tarvitse suosia sallimalla sille joukkoliikennekaistan käyttöä.

### **7.2.6 Kimmontien ja Mäkelänekadun liittymä**

Paras keino parantaa Mäkelänekadun joukkoliikenteen toimintaedellytyksiä Kimmontien kohdalla on joukkoliikennekaistan kameravalvonta. Kameravalvonta on kohteessa yhteiskuntataloudellisesti erittäin kannattavaa ja on omiaan muistuttamaan kuljettajia siitä, että joukkoliikennekaistalle saa ryhmittyä vasta hieman ennen kääntymistä oikealle.

Mäkelänekadun välityskyky on Kimmontien kohdalla erityisesti Koskelantien risteävän liikenteen johdosta niin heikko, että paikassa tulisi käyttää myös muita joukkoliikenne-etuuksia. Joukkoliikennekaistan erottaminen reunakivellä niiltä osin, kuin laillisia edellytyksiä ryhmittäytymiseen ei ole, olisi kokeilun arvoinen pientoimenpide.

Myös liikennevaloilla tehtäviä joukkoliikenne-etuuksia tulisi suunnitella muiden muutosten yhteydessä. Ennen Turjantien liittymää on hyvä sijainti keskikorokkeelle, joka erottaa joukkoliikennekaistan muista kaistoista. Keskikoroke mahdollistaisi liikennevaloilla tehtävän joukkoliikenne-etuuden, jossa pääsuunnan vihreä valo näytetään hieman aiemmin joukkoliikennekaistalle kuin muille kaistoille. Tämä mahdollistaa joukkoliikenteen pääsyn Koskelantien liittymään ennen liittymästä oikealle kääntyvää liikennettä. Varjopuolena oli-

si se, että Mäkeläntien poikkileikkausta tulisi hieman levennää, jonka mahdollisuuksia tässä työssä ei selvitetty.

### 7.3 Liikennesuunnittelun kehittämisehdotukset

Uusissa tie- ja katuhankeissa joukkoliikennekaistan väärinkäytön valvontaan tulee kiinnittää erityistä huomiota. Esimerkiksi Vihdintielle suunniteltava liittymäohitus Kehä I:n liittymän yhteyteen on mahdollinen tuleva ongelmakohta. Tämän tyyppisissä kohteissa tulisi jo hanketta suunnitellessa ottaa huomioon joukkoliikennekaistan valvonta, jotta sen vaatimat rakenteelliset tekijät, kuten sähkönsyöttö ja datayhteys, tulee toteutettua edes varauksen tasolla tien rakentamisen yhteydessä.



Kuva 33 Portaaliopaste, joka ei esiinny tieliikenneasetuksen säännöksissä

Joukkoliikennekaistamerkinnöissä tulee noudattaa tieliikenneasetuksen 19 § mukaisia merkkejä. Helsingin seudulla on erityisesti Helsingin katuverkolla lukuisia mahdollisesti joukkoliikennekaistaa tarkoittavia merkkejä, jotka eivät ole asetuksen mukaisia. Tyypillisin esimerkki on merkki, joka kuvaa liittymän jälkeen olevan joukkoliikennekaistan. Tätä, kuvassa 33 esitettyä merkkiä tieliikenneasetus ei kuitenkaan tunne.

Joukkoliikennekaistoja rakentaessa tulee huomioida kaistan riittävän selkeä erottelu muista kaistoista. Käytettäviä elementtejä ovat muun muassa ajoratamerkinnät, liikennemerkkien toistot, reunakivet, täristävät kaistaviivat ja mahdollinen sulkuviiva. Niissä kohteissa, joissa on paljon oikealle kääntyvää liikennettä, tulisi erotteluun kiinnittää erityistä huomiota.

### 7.4 Lainsäädännön kehittämisehdotukset

Joukkoliikennekaistojen teknistä valvontaa koskevia säädöksiä uudistettaessa tulisi antaa mahdollisuus joukkoliikennekaistan kameravalvontaan myös kunnalle, kuntayhtymälle tai muulle liikennealan viranomaiselle. Joukkoliikennekaistan kameravalvonnan siirtäminen pysäköintivirhemaksua vastaavasti hallinnollisten sanktioiden piiriin olisi kunnille eduksi.

Tämä mahdollistaisi joukkoliikennekaistan väärinkäytöstä määrättävien maksujen tuoton kohdistamisen kunnalle, joka on eräs merkittävimmistä joukkoliikennekaistan väärinkäytön kärsijöistä kohonneiden liikennöintikustannusten muodossa. Muutos poistaisi nykyisen kannattavuusongelman, missä sakkotuloja saava viranomainen ei priorisoi joukkoliikennekaistan teknisen valvonnan infrastruktuurin rakentamista korkealle, kun taas joukkoliikennekaistan kameravalvonnasta hyötyvät organisaatiot, joilla on tahtotila valvoa kaistoja, eivät saa valvonnasta tuloja. Yhteiskuntataloudellisen arvioinnin perusteella tekninen valvonta ilman sanktiotuloista tulevaa rahoitusta ei tuota kustannuksiaan vastaavia kustannussäästöjä liikennöinnissä tai matkustajien aikakustannuksissa.

Jalankulkijaopastimien vihreän ajoitus saman suuntaisen ajoneuvoliikenteen vihreän jälkeen ei nykyään ole asetuksen mukaista (Tukiainen 2014, Liikenne- ja viestintäministeriön asetus tieliikenteen liikennevaloista 1012/2001 40 §) Kyseinen säännös aiheuttaa merkittävää liikenteen välityskyvyn heikkenemistä joukkoliikennekaistoilla, koska oikealle kääntyvien väistämisvelvollisuus jonouttaa oikealle kääntyvät joukkoliikennekaistalle viivyttyä linja-autoja merkittävästi. Esimerkiksi Ruotsissa kyseisen tyyppistä säännöstä ei ole, joten liikennevalot voidaan ohjata näiltä osin tehokkaammin (Tukiainen 2014).

## **7.5 Tulosten luotettavuuden arviointi**

### **7.5.1 Havaintojen luotettavuus**

Joissain liittymissä havaittiin ajoneuvojen poistumista joukkoliikennekaistalta juuri ennen tutkimuspistettä. Asiaan todennäköisesti vaikutti tutkimuksen tekijän ja tutkimusvarusteiden hyvä näkyvyys ja sen mahdollinen sekoittaminen poliisin toimintaan.

Tietyissä paikoissa joukkoliikennekaistan väärinkäyttö oli niin runsasta, että käsin laskennassa saattaa tulla pieniä, muutaman auton virheitä. Tuloksia voidaan kuitenkin pitää varsin hyvin suuntaa antavina tältä osin.

Joidenkin ajoneuvojen ajoneuvotyyppin määrittäminen on vaikeaa. Erityisesti pikkubussien ja tavaratilan ikkunoilla varustettujen pakettiautojen välillä on vaikea tehdä eroa niiden näyttäessä ulkoa varsin samanlaisilta. Lisäksi havaittiin linja-autosta tehtyjä matkailuautoja, joiden osalta tunnistettavuus joukkoliikennekaistan väärinkäyttäjäksi ei ole kovin hyvä.

Linja-autoja haittaavaa joukkoliikennekaistan väärinkäyttöä kirjattiin ylös vain niiltä osin, kun linja-auto joutui odottamaan väärinkäytön takia ylimääräisen valokierron. Tämän takia kohteissa kirjattiin varsin vähän joukkoliikennettä haittaavia tilanteita, sillä lyhyet, muutamasta sekunnista noin kymmeneen sekuntiin olevat matka-ajan pidentymät jäivät kirjaimattomiksi. Tämä tarkoittaa sitä, että joukkoliikennekaistan kameravalvonnan kannattavuuslaskelmat ovat varsin paljon painottuneet vain sakotuksen tuottamiin tuloihin.

Työhön valittiin työaikataulun kannalta soveliaat arkipäivät. Arkipäivien keskinäinen liikennemäärä (liikenteen viikonpäivävaihtelu) vaihtelee Helsingin katuverkolla noin 1-2 % maanantain ollessa hiljaisin ja torstain ja perjantain vilkkain. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2013) Tämä aiheuttaa tuloksiin pientä epävarmuutta, mutta tarkastelun kokonaistarkkuuden puitteissa sillä ei liene merkitystä.

Enemmän epävarmuutta tuloksiin aiheuttavat ruuhka-ajan määritelmät ja oletus ruuhka-ajan liikennemäärän tasaisuudesta. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston selvityksen mukaan todellinen aamuhuipputunti alkoi kantakaupungin rajalla, jonka läheisyyteen suurin osa tarkastelukohteista sijoittuu, kello 7.45 ja iltapäivän huipputunti 15.45. (Lilleberg ym. 2011) Tämän johdosta maastokäynneille valittuun ajanjaksoon kohdistui todennäköisesti enemmän liikennettä ja joukkoliikennekaistojen väärinkäyttöä kuin jos tarkasteluajakohdaksi olisi valittu esimerkiksi 7.00-8.00 ja 17.00-18.00.

## **7.5.2 Lähtötietojen ja oletusten luotettavuus**

Yhteiskuntataloudellisen arvioinnin perusteella tekninen valvonta kohteissa ei ole yhteiskuntataloudellisesti perusteltua. Monet kannattavuuteen vaikuttavat tekijät jouduttiin arvioimaan käytettävissä olevan tiedon perusteella siten, että tuloksiin saattaa tulla merkittävää epävarmuutta. Epävarmuuksia arvioitiin tekemällä kannattavuudesta kahdet laskelmat, jotka on esitetty kappaleessa 7.2.1.

Huomattavasti tarkempia tuloksia olisi saatu, jos käytössä olisi ollut ajoaikatieta kohteista, joille on rakennettu luotettavasti toimiva joukkoliikennekaistan kameravalvontajärjestelmä. Mannerheimintien ja Runeberginkadun liittymän kamera oli varsin epäluotettava, eikä sen pelotevaikutus ollut paras mahdollinen. Käytettäessä kyseisen valvontapilotin tietoja saadaan tuloksia, joissa valvonnan vaikuttavuus on todennäköisesti merkittävästi vähäisempi kuin tehokkaammalla valvonnalla. Hyvän, vertailukelpoisen ajoikatiedon avulla saataisiin selville myös muu joukkoliikenteen hidastuminen kuin pelkkä vihreästä valovaiheesta myöhästyminen ruuhka-aikaan.

Tuloksissa on oletettu, että matka-aikasäästöt saadaan suoraan hyödynnettyä aikataulusuunnittelussa siten, että linja-autojen yksikkötuntikustannukset laskevat vastaavasti. Aikataulusuunnittelussa joidenkin minuuttien ajoaikamuutosten vaikutukset eivät kuitenkaan ole lineaarisia, sillä pyrkimys esimerkiksi tasaminuuttisuuteen saattaa aiheuttaa sen, että säästetyt minuutit näkyvät vain pidentyneenä päätepysäkillä seisomisena. Mahdollista kuitenkin on myös, ettei linjalle tarvita ylimääräistä ruuhka-autoa, mikä säästää jo merkittävästi kustannuksia. Tutkittaessa kohteita, joilla menee kymmeniä linjoja, voidaan kuitenkin olettaa, että keskimäärin säästöt vastaavat tyydyttävällä tarkkuudella yksikkötuntikustannuksissa saavutettavia säästöjä.

## 7.6 Jatkotoimenpiteet

Helsingin seudulle on suositeltavaa rakentaa joukkoliikenneväylien kameravalvontainfrastruktuuri, jos hanketta voidaan rahoittaa sanktiotuloilla. Kameravalvontaa tulisi sijoittaa muun muassa tämän työn asiantuntijahaastatteluiden pohjalta listattuihin kohteisiin paikalliset olosuhteet huomioon ottavan arvioinnin pohjalta. Arvioinnissa tulee selvittää kohteen kameravalvonnan toteutettavuutta, kameran sijoittamista erityisesti joukkoliikennekaistoja koskevan sääntelyn kannalta oikeaoppisesti sekä mahdollisia muita joukkoliikennettä hyödyttäviä pientoimenpiteitä. Arviointi tulee tehdä vähintään kaikista asiantuntijahaastattelussa esiin nousseista kohteista, ei yksinomaan tämän työn maastokäyntikohteista.

Kameravalvonnan tehokkaan toteuttamisen esteenä on muun muassa nykyinen lainsäädäntö, joka rajoittaa teknisen valvonnan poliisin tehtäväksi. Vartenotettavaa vaihtoehtoa joukkoliikennekaistojen kameravalvonnalle ei ole löydetty, joten nykytilanteen ongelmat ovat kiireellisesti ratkaistava. Kameravalvonnan merkittävydestä huolimatta myös muille joukkoliikennettä sujuvoittaville pientoimenpiteille nähtiin tarvetta, mutta joukkoliikennekaistojen väärinkäyttöongelmaan niistä ei ole vastaavaa apua.

## Lähdeluettelo

Bates, J., Polak, J., Jones, P., Cook, A., 2001. The valuation of reliability for personal travel. *Transport Research Part E: Logistics and Transportation Review*. Volume 37, Issues 2-3. DOI 10.1016/S1366-5545(00)00011-9

Bäckström, J., Nevala, R., Gruzdaitis, L., Holm, M., Vepsäläinen, S., Sane, K. 2012. Joukkoliikenteen luotettavuuden kehittämisohjelma. HSL-julkaisu 11/2012. ISSN 1798-8184. ISBN 978-952-253-150-6. <https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/luoke.pdf>. Noudettu 9.6.2014.

Currie, G., Wallis, I. 2008. Effective ways to grow urban bus markets – a synthesis of evidence. *Journal of Transport Geography*. 10/2008, sivut 419-429.

Eichler, M., Daganzo, C. F. Bus lanes with intermittent priority: Strategy formulae and evaluation. *Transportation Research Part B: Methodological*. Vol. 40. Issue 9. November 2006, sivut 731-744. DOI: 10.1016/j.trb.2005.10.001.

Eloranta, T., 1999. Rekisterikilpien tunnistukseen perustuva liikenteen automaattinen matkanopeuden seuranta. Tielaitoksen selvityksiä 46/1999. ISBN 951-726-592-1, ISSN 0788-3722.

Haataja, S 2007. Ruuhkan vaikutus bussiliikenteen matka-aikoihin Helsingissä. Helsingin kaupungin liikennelaitos. B 4/2007. ISSN 1459-725X. ISBN 978-952-5640-09-0.

Halko, T 2012. Designing Public Transportation for Private Car Users, Department of Design, Aalto University 2012. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201210023215>. Noudettu 4.9.2014.

Hamer R., De Jong G., Kroes E., Warffemius P. 2005. The Value of Reliability in Transport. Provisional values for the Netherlands based on expert opinion. Rand Europe, prepared for AVV, Transport Reserch Center of the Dutch Ministry of Transport

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2013. Liikennemäärät Helsingin pääkatuverkossa Syyskuu 2013. <http://www.hel.fi/hel2/ksv/Aineistot/Liikennesuunnittelu/Liikennetutkimus/Liikennemäärat.pdf> Noudettu 3.11.2014.

HSL 2011a / ePressi 2011. Tiedote: HSL Helsingin seudun liikenne – HSL suunnittelee bussikaistojen automaattivalvonnan laajentamisesta. Julkaistu 13.12.2011 klo 11.46.

<http://www.epressi.com/tiedotteet/logistiikka-ja-liikenne/hsl-suunnittelee-bussikaistojen-automaattivalvonnan-laajentamisesta.html>. Noudettu 9.6.2014.

HSL 2011b. Bussikaistojen automaattinen kameravalvonta. Diaarinumero 1461/07/71/711/2010. HSL:n hallituksen kokous 13.12.2011. <http://hsl01.hosting.documenta.fi/kokous/2011280-17.PDF>. Noudettu 8.9.2014

HSL 2013. HLJ 2015: Helsingin seudun liikkumistutkimus 2012. 05/2013 HLJ-tiivistelmä. [https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/helsingin\\_seudun\\_liikkumistutkimus2012\\_hlj\\_2015\\_tiivistelma.pdf](https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/helsingin_seudun_liikkumistutkimus2012_hlj_2015_tiivistelma.pdf). Noudettu 26.6.2014.

HSL 2014. Kaikki HELMI-linjat.xlsx. Listaus kaikista HELMI-linjoista HSL:n verkkosivulla. Noudettu 30.10.2014.

Janhunen, O., Vilkuna, J. 2011. Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelma 2011. HSL-julkaisu 14/2011. [https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/helsingin\\_seudun\\_liikennejarjestelmasuunnitelma\\_hlj2011\\_raportti.pdf](https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/helsingin_seudun_liikennejarjestelmasuunnitelma_hlj2011_raportti.pdf). Noudettu 23.6.2014.

Jokela, M. 2013. Peltipoliisien määrää lisätään tuntuvasti. Helsingin Sanomat 22.1.2013.

Jääskeläinen, T. 2011. Joukkoliikenteen yksikkökustannukset 2011. HSL-julkaisu 16/2012. ISSN 1798-6184. ISBN 978-952-253-155-1. [https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/joukkoliikenteen\\_yksikkokustannukset\\_2011.pdf](https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/joukkoliikenteen_yksikkokustannukset_2011.pdf). Noudettu 9.6.2014.

Kiesling, M, Rigdway, M. Effective Bus-only lanes. ITE JOURNAL 2006. National Association of City Transportation Officials. [http://nacto.org/docs/usdg/effective\\_bus\\_only\\_lanes\\_kiesling.pdf](http://nacto.org/docs/usdg/effective_bus_only_lanes_kiesling.pdf). Noudettu 11.9.2014.

Kiiski, K. I. 2011. Hallinnollinen sanktiointi. Turun yliopiston julkaisuja. Sarja – C, Osa 314. ISBN 978-951-29-4685-3. ISSN 0082-6995. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/70726/AnnalesC314Kiiski.pdf?sequence=1>. Noudettu 23.6.2014.

Kiiski, K. 2014. Tiedustelu koskien liikenne rikkomusten sanktiointia käsittelevää työryhmää. Sähköpostitse 24.10.2014 lähetetty tiedustelu Liikenne- ja viestintäministeriöön. Asianumero LVM 2095/02/2014. Käsittelijä Kiiski Kimmo. Vastaus saatu 3.11.2014.

Kuukka-Ruotsalainen, V., Airaksinen, S., Lehmuskoski, M., Musto, M., Murole, P. 2007. Joukkoliikenteen nopeuttaminen keskeisenä kilpailutekijänä. Liikenne- ja viestintäministeriö.



riön julkaisuja 53/2007. ISSN 1795-4045. ISBN 978-952-201-935-6. [http://www.lvm.fi/fi-leserver/LVM53\\_2007.pdf](http://www.lvm.fi/fi-leserver/LVM53_2007.pdf). Noudettu 8.9.2014.

KUUMA-seutu 2014. KUUMA-seutu. <http://www.kuuma.fi/kuuma-seutu>. Noudettu 25.11.2014.

Lehmuskoski, V., Kallionpää, L., Sundell, L., Janhunen, O., Aherva, S., Sinisalo, K., Granholm, M., Kangas, L., Ahtiainen, S., Viilo, L., Koskinen, E. Joukkoliikenteen suunnitteluohje HSL-liikenteessä. HSL-julkaisu 4/2012. ISSN 1798-6184. ISBN 978-952-253-138-4. [https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/suunnitteluohje\\_4\\_2012\\_netti.pdf](https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/suunnitteluohje_4_2012_netti.pdf). Noudettu 4.9.2014.

Liikenne- ja viestintäministeriön asetus tieliikenteen liikennevaloista 1012/2001. Julkaistu Oikeusministeriön Finlex-palvelussa. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20011012>. Viitattu 7.11.2014.

Lilleberg, I., Hellman, T. 2011. Liikenteen kehitys Helsingissä vuonna 2010. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuunnitteluosaston selvityksiä. Sarjanumero 2011:2. ISSN 0787-9024. [http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/los\\_2011-2.pdf](http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/los_2011-2.pdf). Noudettu 3.11.2014.

Ojala, K. 2014. Liikenneteknikko Kirsi Ojalan kanssa 6.11.2014 käydyn keskustelun johdosta sähköpostitse saatu materiaali tiettyjen liittymien liikennevalojen ajoituksista. Materiaali saatu 6.11.2014 – 12.11.2014 välisenä aikana.

Oyede, K. 2014. Sähköpostihaastattelu Transport for Londonille. Haastattelukysymykset lähetetty 23.10.2014. Vastaus saatu 17.11.2014.

Paikallisliikenneliitto 2008. Suomen paikallisliikenneliitto ry, Bussiliikenteen infrakortit. <http://paikallisliikenneliitto.com/index.php?area=3&id=12>. Noudettu 31.7.2014.

Pasterstein, D. 2014. Poliisin liikenneturvallisuuskeskuksen johtajan haastattelu. Haastateltu 3.11.2014.

Poliisi 2014. Yleisiä kysymyksiä automaattivalvonnalle. <https://www.poliisi.fi/poliisi/home.nsf/pages/C0A304AF2D29D809C22573DA002745E5?opendocument>. Noudettu 9.6.2014.

Poliisilaki 872/2011. Julkaistu Oikeusministeriön Finlex-palvelussa. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110872>. Viitattu 28.10.2014.

- Pursiainen, H., Kivimäki, M. 2013. Kohti uutta liikennepolitiikkaa. Älyä liikenteeseen ja viisautta liikkujille. Toisen sukupolven älystrategia liikenteelle. Ohjelmia ja strategioita – sarja numero 1/2013. ISBN 978-952-243-346-6.  
[http://www.lvm.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=2497124&name=DLFE-20006.pdf&title=%C3%84ly%C3%A4%20liikenteeseen%20ja%20viisautta%20liikkujille%20Toisen%20sukupolven%20alystrategia](http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=2497124&name=DLFE-20006.pdf&title=%C3%84ly%C3%A4%20liikenteeseen%20ja%20viisautta%20liikkujille%20Toisen%20sukupolven%20alystrategia). Noudettu 23.6.2014.
- Qadri, M. T., Asif, M., Automatic number plate recognition system for vehicle identification using optical character recognition. 2009 International Conference on Education Technology and Computer. ISBN 978-0-7695-3609-5/09. DOI 10.1109/ICETC.2009.54. IEEE Computer society.
- Quercus Technologies 2006. The automatic number plate recognition tutorial.  
<http://www.anpr-tutorial.com/>. Noudettu 12.6.2014.
- Rietveld, P., Bruinsma, F.R., van Vuuren, D.J. 1999. Coping with unreliability in public transport chains. Serie research memoranda. Vrije Universiteit Amsterdam.
- Roitto, A., Hellsted, S. 2014. Helsingin Taksiautoilijat ry:n toiminnanjohtajan ja taksitar-kastajan haastattelu. Haastateltu 30.10.2014.
- Räty, L., Kantokari, P., Airaksinen, S., Rantala, A., Bergman, C. 2014. Raitioliikenteen lin-jastosuunnitelma 2014-2024. Luonnos 17.3.2014. [https://www.hsl.fi/sites/default/files/up-loads/raili\\_raporttiluonnos\\_2014-03-17.pdf](https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/raili_raporttiluonnos_2014-03-17.pdf). Noudettu 26.6.2014.
- Saavola M. 2014. Linja-autoliiton liikennepäällikön haastattelu. Haastateltu 17.11.2014.
- Suomen perustuslaki 731/1999. Julkaistu Oikeusministeriön Finlex-palvelussa.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990731>. Viitattu 28.10.2014.
- Suni, M. 2014. Keskustelu HSL:n Joukkoliikenteen toimintaedellytykset -ryhmän liikenne-suunnittelija Marko Sunin kanssa. 24.6.2014.
- Suomen Standardoimisliitto 2003. SFS-EN 13816. Kuljetus. Logistiikka ja palvelut. Jouk-koliikenne. Palvelun laadun määrittäminen, tavoite ja mittaaminen. Helsinki: Suomen Standar-doimisliitto SFS. Vahvistettu 22.4.2003.
- Suominen, P., Tetri, R., Peltonen, H., Liukkonen, A., Simola, R., Kangasmäki, M., Nykä-nen, T., Latvakoski, N., Palola, A., Kajander, N., Romo, M. Liikenne Espoossa 2013. Es-poon kaupunkisuunnittelukeskus. Liikennesuunnitteluyksikkö. ISBN 978-951-857-674-0.  
<http://espoo05.hosting.documenta.fi/kokous/2014298652-4-1.PDF>. Noudettu 3.11.2014.

Stradling, S., Carreno, M., Rye, T. & Noble, A. 2007. Passenger perceptions and the ideal urban bus journey experience. *Transport Policy*, vol. 14, no. 4, sivut. 283-292.

Tervonen, J., Ristikartano, J., Sorvoja, S. Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvojen määrittäminen. Taustaraportti 2010. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 33/2010. ISSN 1798-6664. ISBN 978-952-255-039-2.

[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts\\_2010-](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2010-33_tieliikenteen_ajokustannusten_web.pdf)

[33\\_tieliikenteen\\_ajokustannusten\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2010-33_tieliikenteen_ajokustannusten_web.pdf). Noudettu 17.9.2014.

Tiehallinto 2003. Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä. ISBN 951-726-979-X.

<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000006-v-03liikennemerkkiohje.pdf>. Noudettu 5.6.2014

Tieliikenneasetus 182/1982. Julkaistu Oikeusministeriön Finlex-palvelussa.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1982/19820182>. Viitattu 28.10.2014.

Tieliikennelaki 267/1981. Julkaistu Oikeusministeriön Finlex-palvelussa.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1981/19810267>. Viitattu 28.10.2014.

Troy, P., Transport for London, UK. Bus lane enforcement – making the most of it. *Road Transport Information and Control*, 2004. RTIC 2004. 12th IEE International Conference on. ISSN 0537-9989. DOI 10.1049/cp:20040030. Sivut 206-210.

Tukiainen, P. 2014. Keskustelu Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuunnitteluosaston liikennevalotoimiston liikenneinsinööri Pekka Tukiaisen kanssa. Keskusteltu 6.11.2014.

Vanhanen, K. 2010. Bussikaistojen automaattinen kameravalvontapilotti. Tilannekatsaus. Tiedosto ”Kameravalvontapilotti-tilannekatsaus joulukuu 2010.doc” HSL:n verkkolevyllä. Noudettu 14.11.2014.

Vanhanen, K. 2014. HSL:n ryhmäpäällikön haastattelu. Haastateltu 13.11.2014.

Vuchic, Vukan R. 2004. *Urban Transit: operations, planning, and economics*. ISBN 978-0-471-63265-8.

Vuchic, Vukan R. 2007. *Urban Transit systems and technology*. ISBN 978-0-471-76823-5.

Wiggins, A.E., Golden River Traffic Ltd. Birmingham bus lane enforcement system. *Road Transport Information and Control*, 1998. 9th International Conference on. Conf. Publ. No. 454. ISSN 0537-9989. DOI 10.1049/cp:19980159. Sivut 80-84.

## LIITE 1: Asiantuntijahaastattelussa käytetyt kysymykset

### 1. Infrastruktuurikysymykset

- Miten hyvin jatkuva sähkönsyöttö on saatavissa joukkoliikennekaistojen läheisyydessä kameroita varten?
- Miten hyvin datayhteys on saatavissa joukkoliikennekaistojen läheisyydessä kameroita varten?
- Miten nykyisten kameroiden verkkoyhteys on toteutettu?
- Miten nykyisten kameroiden sähkönsyöttö on toteutettu?

### 2. Lainsäädännölliset kysymykset

- Näettekö nykyisessä linja-auto- ja raitiovaunukaistoihin liittyvässä lainsäädännössä ongelmia
- Mitä esteitä hallinnollisiin sanktioihin siirtymisellä on?
- Mikä on risteys? Onko Jyrängöntielle Hämeentieltä menevä liittymä risteys?

### 3. Kokemukset

- Mikä on näkemyksenne joukkoliikennekaistojen kameravalvonnasta yleensä? Mitä hyötyjä ja haittoja kameravalvonnalla on?
- Mitä vaihtoehtoja näet joukkoliikennekaistojen kameravalvonnalle? Kuinka joukkoliikennekaistat saataisiin paremmin pidettyä vain niille sallittujen ajoneuvojen käytössä?
- Onko joitain kohteita, joissa joukkoliikennekaistan kameravalvonta erityisesti olisi tarpeen?
- Mitkä ovat kokemuksenne bussikaistojen automaattisen kameravalvonnan pilottihankkeesta?

### 4. Sidosryhmäyhteistyö

- Minkä organisaatioiden tulisi olla joukkoliikennekaistojen kameravalvonnassa mukana?
- Miten teidän organisaationne oli mukana vuosikymmenen alun bussikaistan kameravalvontakokeilussa?

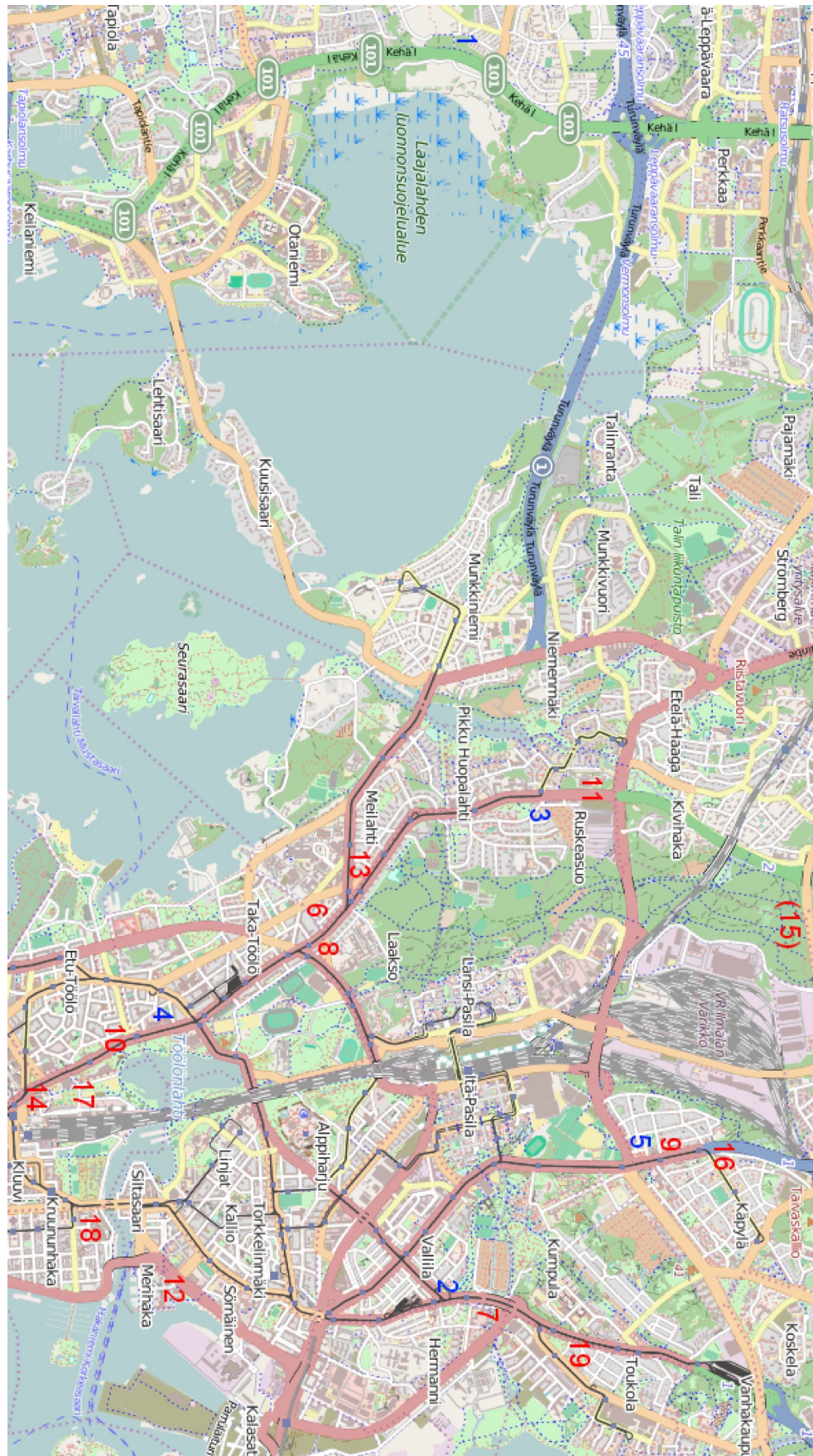
### 5. Talous

- Miten kameroiden yhteiskuntataloudellisia vaikutuksia on laskettu? Mikä on näkemyksesi, onko joukkoliikennekaistojen kameravalvonta yhteiskuntataloudellisesti kannattavaa?
- HSL:n hallituksen kokouksessa esitettyjen tietojen (<http://hsl01.hosting.documenta.fi/kokous/2011280-17.PDF>) mukaan valvontainfrastruktuurin vuosikustannus on noin 100 000 euroa. Miten tämä skaalautuu yhdelle tai useammalle kameralle?

## LIITE 2: Asiantuntijahaastattelut

Organisaatio	Asiantuntija(t)	Haastattelupäivä	Liitteen 1 kysymyksistä kysytty (otsikonumerot)	Haastattelun kesto (min)
Helsingin Taksiautoilijat ry	Anssi Roitto, toiminnanjohtaja Sakari Hellsted, taksitarkastaja	Torstai 30.10.2014	2, 3, 4	28
Helsingin poliisilaitos	Dennis Pasterstein, Polisiin liikenneturvallisuuskeskuksen johtaja	Maanantai 3.11.	1, 2, 3, 4, 5	47
HSL Helsingin seudun liikenne	Kerkko Vanhanen, ryhmäpäällikkö	Torstai 13.11.	1, 2, 3, 4, 5	51
Linja-autoliitto	Mikko Saavola, liikennepäällikkö	Maanantai 17.11.	2, 3, 4	32

LIITE 3: Asiantuntijahaastattelussa esiin nousseet ongelmakohdat. Kohde 15 kartan kuva-  
alan ulkopuolella. Kuva © OpenStreetMapin tekijät, [http://www.openstreetmap.org/copy-](http://www.openstreetmap.org/copy-right)  
right.



#### LIITE 4: Joukkoliikennekaistan väärinkäytön tutkimuskaavake

Paikka:

---

Päivämäärä ja kellonaika:

---

Nopeusrajoitus

Pääsuunnalla (km/h):

---

Sivusuunnalla (km/h):

---

Liikennevalot

Kierron pituus (s):

---

Josta pääsuunnan vihreää (s):

---

Väärin ajaneita ajoneuvoja (ajon/h):

---

Linja-autoja, jotka eivät päässeet liittymän yli vihreällä valovaiheella väärinkäytön takia (ajon/h):

---



## LIITE 5: Laskentataulukko yhteiskuntataloudelliseen arviointiin

### Joukkoliikennekaistan kameravalvonnan yhteiskuntataloudellisen arvioinnin taulukko

Täytä keltaisella merkityt kentät

Kameratolpan hinta	25000 €	H_kamera
Kameran käyttökustannukset yhdeltä vuodelta keskimäärin	60808,6625673304 €	H_operointi
Virhemaksun suuruus	0 €	H_virhemaksu
Joukkoliikennekaistan väärinkäyttö 1. vuoden jälkeen	0,58 (osuus)	Vo_1
Havaittua väärinajoa aamuruuhkassa		V_aamu
Havaittua väärinajoa iltaruuhkassa		V_ilta
Aamuruuhkan väärinajoa 1. vuosi	0 ajon/päivä	Aamu_1
Iltaruuhkan väärinajoa 1. vuosi	0 ajon/päivä	Ilta_1
Aamuruuhkan väärinajoa 2.-10. vuosi	0 ajon/päivä	Aamu_2-10
Iltaruuhkan väärinajoa 2.-10. vuosi	0 ajon/päivä	Ilta_2-10
Käyttöikä	10 vuotta	e
Työpäivä vuodessa	251 päivää	T_vuosi
Kokonaisvirhemaksut 10 vuodelta	0 €	s_tot
Punaisen valon osuus valokierrosta		L_punaista
Havaittu linja-auton kärsineen aamuruuhkassa		JLH_aamu
Havaittu linja-auton kärsineen iltaruuhkassa		JLH_ilta
Linja-auton yksikkötuntikustannus	35,29 €/h	Y
Matkustajamäärä per linja-auto	11 kpl	P
Matkustajan ajan arvo	7,75 €/h	A
Linja-autoliikenteelle aiheutuva yksikkötuntikustannuksen kasvu nykytilanteessa	0 €/päivä	Y_nyt
Linja-autoliikenteelle aiheutuva yksikkötuntikustannuksen kasvu 1. vuosi	0 €/päivä	Y_1
Linja-autoliikenteelle aiheutuva yksikkötuntikustannuksen kasvu 2.-10. vuosi	0 €/päivä	Y_2-10
Matkustajille aiheutuva aikakustannusten kasvu nykytilanteessa	0 €/päivä	r_nyt
Matkustajille aiheutuva aikakustannusten kasvu 1. vuosi	0 €/päivä	r_1
Matkustajille aiheutuva aikakustannusten kasvu 2.-10. vuosi	0 €/päivä	r_2-10
Nykytilanteen yhteiskuntataloudellinen voitto/tappio	0 €/10 vuotta	k_ilman
Kameratolpan asentamisen jälkeinen yhteiskuntataloudellinen voitto tai tappio	-633086,625673304 €/10 vuotta	k_as
Yhteiskuntataloudellisen voiton/tappion muutos	-633086,625673304 €/10 vuotta	delta k
Joukkoliikennekaistan kameravalvonta on näiden tietojen pohjalta	kannattamatonta.	
Hyöty-kustannussuhde sanktioille	0	
Hyöty-kustannussuhde koko hankkeelle	0	
	vuosia perusvuodesta	
Linja-autoliikenteelle aiheutuva yksikkötuntikustannuksen kasvu yleensä	0	
Linja-autoliikenteelle aiheutuva yksikkötuntikustannusten kasvu vuosi 2	0	1
Linja-autoliikenteelle aiheutuva yksikkötuntikustannusten kasvu vuosi 3	0	2
Linja-autoliikenteelle aiheutuva yksikkötuntikustannusten kasvu vuosi 4	0	3
Linja-autoliikenteelle aiheutuva yksikkötuntikustannusten kasvu vuosi 5	0	4
Linja-autoliikenteelle aiheutuva yksikkötuntikustannusten kasvu vuosi 6	0	5
Linja-autoliikenteelle aiheutuva yksikkötuntikustannusten kasvu vuosi 7	0	6
Linja-autoliikenteelle aiheutuva yksikkötuntikustannusten kasvu vuosi 8	0	7
Linja-autoliikenteelle aiheutuva yksikkötuntikustannusten kasvu vuosi 9	0	8
Linja-autoliikenteelle aiheutuva yksikkötuntikustannusten kasvu vuosi 10	0	9
Matkustajille aiheutuva aikakustannusten kasvu yleensä	0	
Matkustajille aiheutuva aikakustannusten kasvu vuosi 2	0	1
Matkustajille aiheutuva aikakustannusten kasvu vuosi 3	0	2
Matkustajille aiheutuva aikakustannusten kasvu vuosi 4	0	3
Matkustajille aiheutuva aikakustannusten kasvu vuosi 5	0	4
Matkustajille aiheutuva aikakustannusten kasvu vuosi 6	0	5
Matkustajille aiheutuva aikakustannusten kasvu vuosi 7	0	6
Matkustajille aiheutuva aikakustannusten kasvu vuosi 8	0	7
Matkustajille aiheutuva aikakustannusten kasvu vuosi 9	0	8
Matkustajille aiheutuva aikakustannusten kasvu vuosi 10	0	9
Kameran käyttökustannukset yleensä	75000	
Kameran käyttökustannukset vuosi 2	71428,5714285714	1
Kameran käyttökustannukset vuosi 3	68027,2108843537	2
Kameran käyttökustannukset vuosi 4	64787,8198898607	3
Kameran käyttökustannukset vuosi 5	61702,6856093911	4
Kameran käyttökustannukset vuosi 6	58764,4624851344	5
Kameran käyttökustannukset vuosi 7	55966,1547477471	6
Kameran käyttökustannukset vuosi 8	53301,0997597591	7
Kameran käyttökustannukset vuosi 9	50762,9521521515	8
Kameran käyttökustannukset vuosi 10	48345,6687163348	9